Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

Н. С. КОШЛЯКОВ
член-корреспондент Академии Наук СССР

О НЕКОТОРЫХ СУММАТОРНЫХ ФОРМУЛАХ, ИМЕЮЩИХ ПРИЛОЖЕНИЯ В ТЕОРИИ ЧИСЕЛ. II

В сообщении, опубликованном в № 6 ДАН (т. III, 1934), я дал вывод сумматорной формулы, содержащей числовую функцию $\tau(n)$ — число делителей n.

Можно построить аналогичные формулы и для других арифметических функций, например, для функций, заданных в квадратичном поле.

Если рассматривать квадратичное поле с основным дискриминантом Δ и обозначить через r_1 число вещественных чисел поля, а через r_2 — число мнимых чисел, то в этом поле существенное значение имеет аналитическая функция

$$\sigma(z)=\frac{1}{A\pi}\sum_{n=1}^{\infty}a_n K_{r_1,r_2}\left(\frac{nz}{A^2}\right). \qquad [1]$$

Здесь через $K_{r_1,r_2}(x)$ обозначено решение интегрального уравнения

$$\int_0^{\infty}K_{r_1,r_2}(x)\,x^{s-1}\,dx=\frac{\pi}{\cos\frac{\pi s}{2}}\frac{\Gamma^{r_1}\left(\frac{s}{2}\right)\Gamma^{r_2}(s)}{\Gamma^{r_1}\left(\frac{1-s}{2}\right)\Gamma^{r_2}\left(1-s\right)}, \qquad R(s)>0 \qquad [2]$$

постоянное число A имеет значение:

$$A=\frac{\sqrt{|\Delta|}}{2^{r_2}\cdot\pi^{\chi/2}}, \qquad \chi=r_1+2r_2, \qquad [3]$$

а арифметическая функция a_n, удовлетворяющая условию $|a_n|=0(n^{\xi})$, где ξ обозначает сколь угодно малое положительное число, есть коэффициент ряда Дирихле

$$\varphi(s)=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{a_n}{n^s}, \qquad R(s)>1 \qquad [4]$$

причем функция $\varphi(s)$ удовлетворяет функциональному уравнению:

$$A^s\,\Gamma^{r_1}\left(\frac{s}{2}\right)\Gamma^{r_2}(s)\,\varphi(s)=A^{1-s}\,\Gamma^{r_1}\left(\frac{1-s}{2}\right)\Gamma^{r_2}(1-s)\,\varphi(1-s). \qquad [5]$$

Мною было установлено (1), что функция $\sigma(z)$ разлагается на рациональные дроби по формуле:

$$\sigma(z)=\frac{2^{r_1-1}\varphi^{(r)}(0)}{A\sqrt{\pi^{r_1}}}-\frac{\varphi(0)}{z}\frac{1}{z}+\frac{z}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{a_n}{z^2+n^2}, \qquad [6]$$

где $r=r+r_1-1$.

Применяя теорему Коши, мы придем к сумматорной формуле:

$$\sum_1^{\infty}a_n f(n)=\varphi(0)f(0)-\frac{2^{r_1}\varphi^{(r)}(0)}{A\sqrt{\pi^{r_1}}}\int_0^{\infty}f(x)\,dx-2\int_0^{\infty}\frac{f(iy)-f(-iy)}{2i}\,\sigma(y)\,dy, \qquad [7]$$

где аналитическая функция $f(z)$ удовлетворяет условиям, сходным с условиями § 1 вышеупомянутого моего сообщения (2).

Применим эту формулу к функции $f(z)=e^{-\rho\sqrt{z}}$, $\rho>0$.

Будем иметь:

$$\sum_1^\infty a_n e^{-\rho\sqrt{n}} = \varphi(0) - \frac{2^{r_1+1}\varphi^{(r)}(0)}{A\sqrt{\pi r_1}\cdot\rho^2} + 2\int_0^\infty e^{-\sqrt{\frac{y}{2}}} \sin\rho\sqrt{\frac{y}{2}}\,\sigma(y)\,dy. \qquad [8]$$

Остановимся сначала на случае мнимого квадратичного поля, когда $r_1=0$, $r_2=1$. Пусть $a_n=F(n)$ обозначает число представлений n бинарной квадратичной формулой $ax^2+\beta xy+\gamma y^2$ с отрицательным определителем $\Delta=\beta^2-4\alpha\gamma<0$. В этом случае

$$\varphi(s)=\sum_{n=1}^\infty \frac{F(n)}{n^s}=\zeta_\Omega(s); \qquad A=\frac{\sqrt{-\Delta}}{2\pi},$$

где $\zeta_\Omega(s)$ — функция Дедекинда, причем $\zeta_\Omega(0)=-1$;* кроме того

$$K_{0,1}(x)=i\left\{K_0(2\varepsilon\sqrt{x})-K_0(2\bar{\varepsilon}\sqrt{x})\right\},$$

и интеграл, стоящий справа в формуле [8], сводится, таким образом, к сумме интегралов вида:

$$M=\int_0^\infty e^{-\frac{\rho}{\sqrt{2}}t}\, i\sin\frac{\rho}{\sqrt{2}}t\left\{K_0(a\varepsilon t)-K_0(a\bar{\varepsilon}t)\right\}tdt. \qquad [9]$$

Нетрудно показать, что

$$M=\frac{\pi}{2}\frac{\rho}{(\rho^2+a^2)^{3/2}} \qquad [10]$$

и, следовательно,

$$\sum_1^\infty F(n)\,e^{-\rho\sqrt{n}}=\frac{4\pi}{\sqrt{-\Delta}\rho^2}-1+\frac{4\pi\rho}{\sqrt{-\Delta}}\sum_1^\infty\frac{F(n)}{\left(\rho^2+\frac{16\pi^2 n}{-\Delta}\right)^{3/2}}. \qquad [11]$$

Эта формула была доказана другим способом Харди (3).

Рассмотрим случай вещественного квадратичного поля, когда $r_1=2$; $r_2=0$. В этом случае

$$\zeta_\Omega(0)=0; \quad \zeta_\Omega^{(1)}(0)=-\frac{1}{4}\log\varepsilon; \quad \varepsilon=\frac{T+U\sqrt{\Delta}}{2}; \quad A=\frac{\sqrt{\Delta}}{\pi},$$

а T и U обозначают наименьшие положительные решения уравнения Пеля $T^2-U^2\Delta=4$.* Принимая теперь во внимание, что

$$K_{2,0}(x)=2\left\{K_0(4\varepsilon\sqrt{x})+K_0(4\bar{\varepsilon}\sqrt{x})\right\},$$

мы приходим к следующей формуле:

$$\sum_1^\infty F(n)\,e^{-\rho\sqrt{n}}=\frac{2\log\varepsilon}{\sqrt{\Delta}\rho^2}+ \qquad [12]$$
$$+\frac{\sqrt{\Delta}}{2\pi^2}\sum_1^\infty\frac{F(n)}{n}\left\{\Phi\left(\frac{\rho\sqrt{\Delta}}{4\pi\sqrt{n}}\right)-\frac{\Phi\left(\frac{i\rho\sqrt{\Delta}}{4\pi\sqrt{n}}\right)+\Phi\left(\frac{-i\rho\sqrt{\Delta}}{4\pi\sqrt{n}}\right)}{2}\right\},$$

где функция $\Phi(\xi)$ определяется равенством:

$$\Phi(\xi)=\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sin\theta\,d\theta}{(1+\xi\sin\theta)^2}.$$

* Пользуюсь случаем, чтобы внести исправления в мои предыдущие работы (Мат. сборник, 1928 и ИОМЕН, 1931), где ошибочно напечатано $\zeta_\Omega^{(0)}=-\frac{h}{2}$ (мнимое поле) и $\zeta_\Omega^{(1)}(0)=-\frac{h}{4}\log\varepsilon$ (вещественное поле).

Возвратимся к случаю мнимого квадратичного поля при $a_n = F(n)$ и положим

$$f(z) = \frac{b^{\frac{\mu}{2}} K_\mu\left(\frac{2}{A}\sqrt{b(a+z)}\right)}{(a+z)^{\frac{\mu}{2}}}, \quad R(\sqrt{a}) > 0, \quad b \geqslant 0 \qquad [13]$$

где $K_\mu(x)$ — макдональдова функция порядка μ.

Из сумматорной формулы [17] вытекает, что

$$b^{\frac{\mu}{2}} \sum_1^\infty F(n) \frac{K_\mu\left(\frac{2}{A}\sqrt{b(a+n)}\right)}{(a+n)^{\frac{\mu}{2}}} = -b^{\frac{\mu}{2}} \frac{K_\mu\left(\frac{2}{A}\sqrt{ab}\right)}{a^{\frac{\mu}{2}}} + \frac{b^{\frac{\mu}{2}}}{A} \int_0^\infty \frac{K_\mu\left(\frac{2}{A}\sqrt{b(a+x)}\right)}{(a+x)^{\frac{\mu}{2}}} dx -$$

$$- b^{\frac{\mu}{2}} \int_0^\infty \left\{ \frac{K_\mu\left(\frac{2}{A}\sqrt{b(a+iy)}\right)}{i(a+iy)^{\frac{\mu}{2}}} - \frac{K_\mu\left(\frac{2}{A}\sqrt{b(a-iy)}\right)}{i(a-iy)^{\frac{\mu}{2}}} \right\} \sigma(y)\, dy . \qquad [14]$$

Но по формуле Сонина (Watson, p. 416)

$$\int_0^\infty \frac{K_\mu\left(\frac{2}{A}\sqrt{b(a+x)}\right)}{(a+x)^{\frac{\mu}{2}}} dx = \frac{A a^{\frac{1-\mu}{2}}}{\sqrt{b}} K_{1-\mu}\left(\frac{2}{A}\sqrt{ab}\right).$$

С другой стороны, применив интеграл Пуассона (Watson, p. 183)

$$\int_0^\infty e^{-at^2 - \frac{b}{t^2}} \frac{dt}{t^{1-2\mu}} = \left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{\mu}{2}} K_\mu(2\sqrt{ab}),$$

можно на основании разложения [6] привести последний из интегралов формулы [14] к сумме интегралов вида

$$N = \frac{A^{\mu-1}}{\pi} \int_0^\infty e^{-at^2 - \frac{b}{A^2 t^2}} \frac{dt}{t^{1-2\mu}} \int_0^\infty e^{-ty^2 i} \left\{ K_0\left(\frac{2i}{A}\sqrt{ny}\right) - K_0\left(\frac{-2i}{A}\sqrt{ny}\right) \right\} dy =$$

$$= A^{\mu-1} \int_0^\infty e^{-a^{t^2} - \frac{b+n}{A^2 t}} \frac{dt}{t^{3-2\mu}} = \frac{K_{1-\mu}\left(\frac{2}{A}\sqrt{a(b+n)}\right)}{\frac{\mu-1}{a^2}(b+n)^{\frac{1-\mu}{2}}},$$

после чего формула [14] принимает следующий вид:

$$b^{\frac{\mu}{2}} \sum_{n=0}^\infty F(n) \frac{K_\mu\left(\frac{4\pi}{\sqrt{-\Delta}}\sqrt{b(a+n)}\right)}{(a+n)^{\frac{\mu}{2}}} = a^{\frac{1-\mu}{2}} \sum_{n=0}^\infty F(n) \frac{K_{1-\mu}\left(\frac{4\pi}{\sqrt{-\Delta}}\sqrt{a(b+n)}\right)}{(b+n)^{\frac{\mu}{2}}}. \qquad [15]$$

При $\mu = \frac{1}{2}$ отсюда получается формула Харди (3).

В частном случае, когда $F(n) = r(n)$ — числу представлений n суммой двух квадратов—соотношение [14] переходит в формулу, недавно доказанную другим способом Диксоном и Ферраром (4), а при $\mu = \frac{1}{2}$ еще ранее Рамануджаном (5).

Физико-математический институт
им. В. А. Стеклова Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
29 VI 1934.

ON SOME SUMMATION FORMULAE CONNECTED WITH THE THEORY OF NUMBERS. II

By N. KOŠLĬAKOV (KOSHLIAKOV)

Corresponding Member of the Academy

Let $a_n = F(n)$ be the number of representations n by binary quadratic form of the determinant Δ.

In this case we have

$$\sum_1^\infty F(n) f(n) = \zeta_{-2}(0) f(0) - \frac{2^{r_1} \zeta^{(r)}_{-2}(0)}{A \sqrt{\pi^{r_1}}} \int_0^\infty f(x)\, dx - 2 \int_0^\infty \frac{f(iy) - f(-iy)}{2i} \sigma(y)\, dy,$$

where

$$\zeta(s) = \sum_1^\infty \frac{F(n)}{n^s}; \qquad A = \frac{\sqrt{|\Delta|}}{2^{r_2} \pi^{\chi/2}};$$

$$\chi = r_1 + 2 r_2 \quad r = r_1 + r_2 - 1,$$

$$\sigma(y) = \frac{1}{A\pi} \sum_{n=1}^\infty F(n)\, K_{r_1, r_2}\left(\frac{ny}{A^2}\right),$$

$$K_{0\,1}(y) = i\left\{K_0(2\varepsilon\sqrt{y}) - K_0(2\bar{\varepsilon}\sqrt{y})\right\}; \quad K_{2\,0}(y) = 2\left\{K_0(4\varepsilon\sqrt{y}) + K_0(4\bar{\varepsilon}\sqrt{y})\right\}.$$

In particular,

$$\sum_1^\infty F(n) e^{-\rho\sqrt{n}} = \frac{4\pi}{\sqrt{-\Delta}\,\rho^2} - 1 + \frac{4\pi\rho}{\sqrt{-\Delta}} \sum_1^\infty \frac{F(n)}{\left(\rho^2 - \frac{16\pi^2 n}{\Delta}\right)^{3/2}}, \qquad \Delta < 0$$

a formula obtained by Hardy [3].

Now

$$b^{\frac{\mu}{2}} \sum_{n=0}^\infty F(n) \frac{K_\mu\left(\frac{4\pi}{\sqrt{-\Delta}}\sqrt{b(a+n)}\right)}{(a+n)^{\frac{\mu}{2}}} =$$

$$= a^{\frac{1-\mu}{2}} \sum_{n=0}^\infty F(n) \frac{K_{1-\mu}\left(\frac{4\pi}{\sqrt{-\Delta}}\sqrt{a(b+n)}\right)}{(b+n)^{\frac{\mu}{2}}}. \qquad \Delta < 0$$

In the special case in which $F(n) = r(n)$ — the number of ways of expressing n as the sum of two squares—this formula was obtained by Dixon and Ferrar [4].

Stekloff Physico-Mathematical Institute
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
29. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА. — REFERENCES

[1] N. Koshliakov. Rec. Math. Moskou, 1928. [2] Н. С. Кошляков. ДАН, 1934, т. III, № 6. N. Koshliakov. C. R. Acad. Sci. URSS, 1934, v. III, № 6. [3] Hardy. Quarterly Journal, 1914. [4] Dixon and Ferrar. Quarterly Journal (Oxford series), 1934. [5] Ramanujan. Quarterly Journal, 1934.

МАТЕМАТИКА

П. С. НОВИКОВ

О НЕКОТОРЫХ СИСТЕМАХ МНОЖЕСТВ ИНВАРИАНТНЫХ ПО ОТНОШЕНИЮ A-ОПЕРАЦИИ

(*Представлено академиком Н. Н. Лузиным 23 VI 1934*)

В настоящей ноте мы будем рассматривать системы множеств инвариантные по отношению A-операции. Такие системы будем для краткости обозначать буквой S. Следуя Гаусдорфу, будем называть совокупность множеств инвариантную по отношению операций суммирования, произведения и вычитания — телом. Тело, содержащееся в системе S и такое, что любое множество системы S есть и результат A-операции над элементами этого тела, будем называть определяющим телом системы S. Определяющее тело, которое нельзя пополнить множествами системы S до некоторого другого тела, будем называть максимальным определяющим телом. Если система S содержит какое-нибудь определяющее тело R, то она содержит максимальное определяющее тело. Максимальным телом будет в таком случае совокупность всех тех множеств ε системы S, для которых $E-\varepsilon$ также принадлежит системе S, если E есть элемент определяющего тела. Обозначим эту совокупность σ и покажем, что σ есть тело. Система, инвариантная по отношению A-операции и содержащая определяющее тело, будет также инвариантна по отношению операции суммирования и произведения, произведенных над конечным или счетным числом элементов. Пусть $M_1 M_2 \dots M_n \dots$ множества, принадлежащие σ, и E произвольный элемент определяющего тела R, $M_1 + M_2 + \dots M_n + \dots$ принадлежит системе S. Тогда

$$E-(M_1+M_2+\dots M_n+\dots)=(E-M_1)(E-M_2)\dots(E-M_n)\dots$$

также принадлежит системе S и, следовательно, $M_1+M_2+\dots M_n+\dots$ есть множество системы σ. Произведение $M_1 M_2 \dots M_n \dots$ принадлежит S,

$$E-(M_1M_2\dots M_n\dots)=(E-M_1)+(E-M_2)+\dots(E-M_n)+\dots$$

также принадлежит системе S. Остается показать, что система σ инвариантна по отношению операции вычитания. Заметим, что всякое множество системы S может быть покрыто суммой счетного числа множеств системы R, так как множество, являющееся результатом A-операции над множествами $E_{i_1 i_2 \dots i_n}$, всегда содержится в сумме этих множеств. Рассмотрим разность $M_1 - M_2$, где M_1 и M_2 принадлежат σ. Пусть

$$N=E_1+E_2+\dots E_n\dots$$

(E_n — элемент определяющего тела) содержит

$$M_1+M_2, \text{ тогда } M_1-M_2=M_1(N-M_2)=M_1[(E_1-M_2)+(E_2-M_2)+\dots(E_n-M_2)+\dots].$$

Следовательно $M_1 - M_2$ принадлежит S. Пусть E произвольное множество системы R, тогда $E-(M_1-M_2)=E(N-M_1)+EM_2$, откуда видно, что $E-(M_1-M_2)$ также принадлежит S и, следовательно, M_1-M_2 принадлежит σ. Отсюда следует, что система σ есть тело, больше того, σ инвариантна по отношению операции суммирования и произведения, произведенных не только над конечным, но и над счетным числом множеств. Нетрудно видеть, что система σ есть максимальное тело, так как для любого множества Q системы S, не принадлежащего σ, найдется по крайней мере одно множество E системы R, для которого разность $E-Q$ не будет

входить в S, следовательно, если мы присоединим к σ множество Q, то новая система множеств уже не будет телом.

Теорема. *Каждые два множества системы S отделимы двумя множествами максимального тела.* Доказательство этой теоремы основано на представлении множеств S помощью решет обобщенного типа [1]. Пусть результат A-операции, примененный к совокупности множеств $E_{i_1 i_2 \dots i_n}$, есть множество M. Тогда можно выбрать в квадрате $0<x<1$, $0<y<1$ счетную систему интервалов $\delta_{i_1 i_2 \dots i_n}$ на линиях параллельных оси x так, что, расположив на каждой $\delta_{i_1 i_2 \dots i_n}$ множество $e_{i_1 i_2 \dots i_n}$, проектирующееся в $E_{i_1 i_2 \dots i_n}$, мы получим решето обобщенного типа.

Множества $e_{i_1 i_2 \dots i_n}$ образуют решето, определяющее M следующим образом: M есть множество тех точек оси x, для которых перпендикуляры к оси x, восстановленные из этих точек, пересекают решето, но не вполне упорядоченному множеству. Введем следующие обозначения: пусть L есть результат A-операции над множествами $E_{i_1 i_2 \dots i_n}$ и соответствующее решето есть K. Обозначим сумму всех $E_{i_1 i_2 \dots i_n}$ через N_K. Очевидно $N_K > L$. Будем обозначать перпендикуляр к оси x, проходящий через точку a, P_a. Н. Н. Лузин показал, что для двух решет U и V (обыкновенных) множество тех точек α оси x, для которых $P_\alpha U$ отражается подобно на часть $P_\alpha V$, есть аналитическое множество. Эту теорему можно доказать другим методом, позволяющим расширить ее на случай решет более общего типа. Именно можно доказать, что для двух решет A и B, составленных из множеств $e^1_{i_1 i_2 \dots i_n}$ и $e^2_{i_1 i_2 \dots i_n}$, проектирующихся на ось x в множества системы σ, совокупность тех точек β множества $N_A + N_B$, для которых $P_\beta A$ отражается подобно на часть $P_\beta B$, есть множество системы S. В предыдущей ноте мы доказали, что каждое аналитическое множество может быть задано решетом особого типа, именно, таким, что для каждой точки x, принадлежащей аналитическому множеству, P_x пересекает решето по множеству не clairsemé, а в остальных точках, по вполне упорядоченному множеству. Методом аналогичным можно показать, что такая же теорема справедлива и для решет, определяющих множества S. Подобные решета мы, как и в предыдущей ноте, будем называть правильными. Пусть H_1 и H_2 множества системы S, пересечение которых пусто. Пусть K_1 правильное решето, определяющее первое множество, а K_2 правильное решето, определяющее второе множество. Мы можем, конечно, предположить, что оба эти решета расположены в прямоугольнике $0<x<1$ $0<y<\frac{1}{2}$. Добавим к первому решету множество, расположенное на прямой $y=\frac{8}{4}$ и проектирующееся на ось x в множество $N_{K_1} + N_{K_2}$, а ко второму решету счетное число множеств, расположенных на прямых $y=1-\frac{1}{2^n}$, $n=2,3,\dots$ и таких, что каждое из них проектируется на ось x в множество $N_{K_1} + N_{K_2}$. Новые решета обозначим $\overline{K}_1$ и $\overline{K}_2$. Очевидно, что $\overline{K}_1$ определяет множество H_1, а K_2 — множество H_2; кроме того $N_{\overline{K}_1} = N_{K_1}$, $N_{\overline{K}_2} = N_{K_2}$ и $\overline{K}_1$ и $\overline{K}_2$ решета правильные. Пусть G есть множество тех точек α оси x, принадлежащих к $N_{K_1} + N_{K_2}$ и таких, что $P_\alpha \overline{K}_1$, отражается подобно на часть $P_\alpha \overline{K}_2$. Мы знаем, что тогда G принадлежит системе S. G содержит H_2; в самом деле, если q есть точка H_2, то $P_q \overline{K}_2$ содержит плотную на себе часть и $P_q \overline{K}_1$ отражается подобно на часть $P_q \overline{K}_2$, следовательно q содержится в G.

Рассмотрим множество тех точек r, принадлежащих $N_{\overline{K}_1} + N_{\overline{K}_2}$, для которых $P_r \overline{K}_2$ отражается подобно на часть $P_r \overline{K}_1$. Обозначим это множество F, по тем же соображениям $H_1 < F$. Очевидно F принадлежит системе S. Для каждой точки x_0, принадлежащей $N_{\overline{K}_1} + N_{\overline{K}_2}$, каждое из множеств $P_{x_0} \overline{K}_1$ и $P_{x_0} \overline{K}_2$ или вполне упорядочено, или содержит плотную на себе часть. Будем обозначать α_{x_0} и β_{x_0} порядковые типы множеств $P_{x_0} \overline{K}_1$ и $P_{x_0} \overline{K}_2$. Множества $P_{x_0} \overline{K}_1$ и $P_{x_0} \overline{K}_2$ не могут одновременно содержать плотные на себе части, иначе точка x_0 принадлежала бы $H_1 H_2$. Если $P_{x_0} \overline{K}_1$ и $P_{x_0} \overline{K}_2$ вполне упорядочены, то α_{x_0} не может равняться β_{x_0}, так как в этом случае α_{x_0} есть порядковый тип вполне упорядоченного множества $P_{x_0} \overline{K}_1 = P_{x_0} K_1 + M\left(x_0, \frac{3}{4}\right)$, имеющего последнюю точку, и, следовательно, представляющий собою трансфинит первого рода, а β_{x_0} как порядковый тип множества

$$P_{x_0} \overline{K}_2 = P_{x_0} K_1 + M_1\left(x_0, 1 - \frac{1}{2^r}\right) + \ldots \mathrm{M}_n\left(x_0, 1 - \frac{1}{2^n}\right) + \ldots,$$

не имеющего последней точки, есть трансфинит второго рода. Итак, для каждой точки x_0 множества $N_{\overline{K}_1} + N_{\overline{K}_2}$ могут представиться только такие случаи: 1) $P_{x_0} \overline{K}_1$ содержит плотную на себе часть; $P_{x_0} \overline{K}_2$ вполне упорядочено, 2) $P_{x_0} \overline{K}_2$ содержит плотную на себе часть; $P_{x_0} \overline{K}_1$ вполне упорядочено, 3) $P_{x_0} \overline{K}_1$ и $P_{x_0} \overline{K}_2$ вполне упорядочены и $\alpha_{x_0} < \beta_{x_0}$, 4) $P_{x_0} \overline{K}_1$ и $P_{x_0} \overline{K}_2$ вполне упорядочены и $\alpha_{x_0} > \beta_{x_0}$. Во всех этих четырех случаях x_0 будет принадлежать или G или F и никогда не будет входить одновременно в G и F. Отсюда следует, что $F = N_{\overline{K}_1} + N_{\overline{K}_2} - G$. Покажем, что G и F множества системы σ; в самом деле, пусть E любое миожество σ,

$$E - G = EF + [E - (N_{\overline{K}_1} + N_{\overline{K}_2})];$$

E и F принадлежат S, следовательно EF также; но тогда $E - G$ принадлежит S, а G и F принадлежат σ. Итак, G и F отделяют множества H_1 и H_2.

Доказанную теорему, по аналогии с теорией аналитических множеств и множеств измеримых B, можно назвать первым принципом отделимости (1).

Является вопрос, нет ли для множеств S и σ аналога 2-му принципу отделимости. Легко видеть, что подобный аналог существует; именно, можно показать тем же самым методом, каким доказывается 2-й принцип в книге Н. Н. Лузина (1), что, если у двух множеств системы S выкинуть их общую часть, то оставшиеся множества отделимы множествами типа $E - M$, где E принадлежит σ, а M принадлежит S. Обобщенный второй принцип (см. предыдущую ноту) также имеет аналог для множеств системы и доказывается тем же методом, что и для аналитических множеств.

Физико-математический институт
им. В. А. Стеклова Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
23 VI 1934.

MATHÉMATIQUES

SUR QUELQUES SYSTÈMES D'ENSEMBLES INVARIANTS PAR RAPPORT À L'OPÉRATION (*A*)

Par P. NOVIKOV

(*Présenté par N. Lusin, de l'Académie, le 23. VI. 1934*)

RÉSUMÉ

Dans la présente note nous considérons des systèmes S d'ensembles invariants par rapport à l'opération (A).

Considérons un corps R (au sens de M. Hausdorff); soit S un système d'ensembles tel que chaque ensemble de ce système puisse être obtenu en appliquant l'opération (A) à partir des ensembles du corps R.

Un corps R sera appelé maximal s'il n'existe aucun autre corps contenu dans S et contenant R. On peut alors démontrer que chaque système S contient nécessairement un corps maximal.

Nous démontrons d'ailleurs que deux ensembles du système S n'ayant aucun point commun sont toujours séparables au moyen de deux ensembles du corps maximal.

Institut physico-mathématique
de l'Académie des Sciences.
Leningrad.

Manuscrit reçu
le 23. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА. — LITTÉRATURE CITÉE

[1] N. Lusin. Leçons sur les ensembles analytiques.

МАТЕМАТИКА

Р. О. КУЗЬМИН

К ТЕОРИИ РЯДОВ ДИРИХЛЕ $L(s)$

(*Представлено академиком С. Н. Бернштейном 21 VII 1934*)

В одной из работ автора [1] дана формула:

$$\rho(s) = -e^{\frac{\pi i s}{4}} - e^{\frac{\pi i (s-1)}{4}} + e^{\frac{\pi i s}{4}} \sum_1^\infty \int_1^\infty e^{-\pi n^2 x i} x^{\frac{s}{2}-1}\, dx + \\ + e^{\frac{\pi i (s-1)}{4}} \sum_1^\infty \int_1^\infty e^{\pi n^2 x i} x^{\frac{1-s}{2}-1}\, dx. \qquad [1]$$

Здесь

$$\rho(s) = \pi^{-\frac{s}{2}} \Gamma\left(\frac{s}{2}\right) \zeta(s); \quad s = \sigma + ti; \quad t > 0; \quad 0 < \sigma < 1.$$

Из формулы [1] можно получить близкую к ней по существу, но не по форме, посмертную формулу Римана, опубликованную К. Зигелем [2]:

$$\rho(s) = \pi^{-\frac{s}{2}} \Gamma\left(\frac{s}{2}\right) \int_{0\swarrow 1} \frac{x^{-s} e^{\pi i x^2}}{e^{\pi i x} - e^{-\pi i x}}\, dx + \pi^{\frac{s-1}{2}} \Gamma\left(\frac{1-s}{2}\right) \int_{0\nwarrow 1} \frac{x^{s-1} e^{-\pi i x^2}}{e^{\pi i x} - e^{-\pi i x}}\, dx. \qquad [2]$$

Следуя такому же пути автор доказал, что для рядов Дирихле $L(s)$, определяемых при $\sigma > 0$ равенством:

$$L(s) = \sum_1^\infty \frac{\chi(n)}{n^s}, \qquad [3]$$

где $\chi(n)$ — собственный характер по нечетному модулю D, справедлива при $0 < \sigma < 1$ формула:

$$\xi(s,\chi) = e^{\frac{\pi(s+a)i}{4}} \sum_1^\infty \chi(n) n^a \int_1^\infty e^{-\frac{\pi n^2 xi}{D}} x^{\frac{s+a}{2}-1} dx + \\ + \varepsilon(x) e^{\frac{\pi(s-1-a)i}{4}} \sum_1^\infty \bar{\chi}(n) n^a \int_1^\infty e^{\frac{\pi n^2 xi}{D}} x^{\frac{1-s+a}{2}-1} dx. \qquad [4]$$

Здесь: $a = \frac{1-\chi(-1)}{2}$; $\bar{\chi}(n)$ — сопряженный характер, $|\varepsilon(\chi)| = 1$ и принято обозначение: $\xi(s,\chi) = \left(\frac{\pi}{D}\right)^{-\frac{(s+a)}{2}} \Gamma\left(\frac{s+a}{2}\right) L(s)$. Исходя отсюда можно доказать справедливость формулы:

$$\xi(s,\chi) = \left(\frac{\pi}{D}\right)^{-\frac{s+a}{2}} \Gamma\left(\frac{s+a}{2}\right) \int_{0\swarrow 1} e^{\frac{\pi x^2 i}{D}} x^{-(s+a)} \varphi(x,\chi)\, dx + \\ + \varepsilon(\chi) \left(\frac{\pi}{D}\right)^{\frac{s-1-a}{2}} \Gamma\left(\frac{1-s+a}{2}\right) \int_{0\nwarrow 1} e^{-\frac{\pi x^2 i}{D}} x^{s-1-a} \varphi(x,\bar{\chi})\, dx. \qquad [5]$$

Здесь интегрирование совершается по прямым, параллельным биссектрисам координатных углов и пересекающим вещественную ось между точками: $x = 0$ и $x = 1$. Кроме того введено обозначение:

$$\varphi(x,\chi) = \frac{1}{2\pi i} \sum_1^\infty \chi(n)\, n^a\, e^{-\frac{\pi n^2 i}{D}} \frac{2x}{x^2 - n^2}. \qquad [6]$$

Для функции $f(s,\chi)$, определяемой равенством:

$$f(s,\chi) = \int_{0\swarrow 1} x^{-(s+a)} e^{\frac{\pi x^2 i}{D}} \varphi(x,\chi)\, dx, \qquad [7]$$

можно установить формулу асимптотического характера:

$$f(s,\chi) = \sum_{n \leqq \sqrt{\frac{Dt}{2\pi}}} \frac{\chi(n)}{n^s} + O\left(t^{-\frac{\sigma}{2}}\right). \qquad [8]$$

Эта формула предполагает, что σ остается ограниченной, а t беспредельно возрастает, оставаясь положительным. Равенства [5] и [8] дают возможность указать оценку для числа $N(T)$ корней функции $L(s)$, имеющих вид $s = \frac{1}{2} + ti$, где $0 < t < T$. При этом можно применить метод названной работы К. Зигеля. Автор внес в него некоторые довольно существенные упрощения, позволившие ему, напр., не отыскивать главный член интеграла $\int_0^T |f(\sigma + ti, \chi)|^2\, dt$, что требует довольно тонких вычислений.

Таким образом удалось установить неравенство:

$$N(T) > 0.084\,T + O(\sqrt{T}\log T). \qquad [9]$$

В частном случае для функции $\zeta(s)$ получится такое же неравенство. Этот результат несколько более точен, чем полученный К. Зигелем, согласно которому:

$$N(T) > 0.026\,T \quad \text{при} \quad T > T_0.$$

Он однако немного менее точен, чем недавний результат автора [3]:

$$N(T) > 0.106\,T \quad \text{при} \quad T > T_0.$$

Насколько известно, неравенства такого же порядка точности как неравенство [9] получены лишь для $\zeta(s)$, а именно Харди и Литтльвудом в 1921 г. [4] и К. Зигелем в 1931 г. [2]. В обоих случаях результат был получен путем крайне тонких соображений и сложных вычислений.

Метод автора представляется значительно более простым.

Постоянную $0.084\,T$ можно несколько улучшить, но ценой значительного усложнения метода.

Научно-исследовательский институт
математики и механики
Ленинградского государственного
университета.

Поступило
18 VII 1934.

MATHÉMATIQUES

SUR LA THÉORIE DES SÉRIES DE DIRICHLET $L(s)$

Par R. KUZMIN

(*Présenté par S. Bernstein, de l'Académie, le 21.VII.1934*)

Dans un travail antérieur [1] j'ai donné la formule suivante:

$$\rho(s) = -e^{\frac{\pi i s}{4}} + e^{\frac{\pi i s}{4}} \sum_1^\infty \int_1^\infty e^{-\pi n^2 x i}\, x^{\frac{s}{2}-1}\, dx - \\ - e^{\frac{\pi i\,(s-1)}{4}} + e^{\frac{\pi i\,(s-1)}{4}} \sum_1^\infty \int_1^\infty e^{\pi n^2 x i}\, x^{\frac{1-s}{2}-1}\, dx. \qquad [1]$$

Ici l'on a:

$$\rho(s) = \pi^{-\frac{s}{2}}\,\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)\zeta(s); \quad s = \sigma + ti; \quad t > 0; \quad 0 < \sigma < 1.$$

De la formule [1] on peut déduire la formule remarquable de Riemann, publiée par M. Siegel en 1932 [2]. Elle a la forme suivante:

$$\rho(s) = \pi^{-\frac{s}{2}}\,\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)\int_{0\swarrow 1} \frac{x^{-s}\, e^{\pi i x^2}}{e^{\pi i x} - e^{-\pi i x}}\, dx + \pi^{-\frac{1-s}{2}}\,\Gamma\left(\frac{1-s}{2}\right)\int_{0\nwarrow 1} \frac{x^{-(1-s)}\, e^{-\pi i x^2}}{e^{\pi i x} - e^{-\pi i x}}\, dx. \qquad [2]$$

Par la même méthode j'ai démontré des formules semblables pour les séries de Dirichlet $L(s)$, qui sont définies pour $\sigma > 0$ par l'égalité:

$$L(s) = \sum_{n=1}^\infty \frac{\chi(n)}{n^s}, \qquad [3]$$

où $\chi(n)$ est un caractère primitif pour le module impair D. La première de ces formules a la forme:

$$e^{\omega i}\,\xi(s,\chi)=e^{\omega i}\,e^{\frac{\pi(s+a)i}{4}}\sum_{1}^{\infty}\chi(n)\,n^{a}\int_{0\swarrow 1}^{\infty}e^{-\frac{\pi n^2 x i}{D}}\,x^{\frac{s+a}{2}-1}\,dx+$$
$$+e^{\omega i}\,e^{\frac{\pi(s-1-a)i}{4}}\sum_{1}^{\infty}\overline{\chi}(n)\,n^{a}\int_{1}^{\infty}e^{\frac{\pi n^2 x i}{D}}\,x^{\frac{1-s+a}{2}-1}\,dx. \qquad [4]$$

Ici on a posé: $\xi(s,\chi)=\left(\frac{\pi}{D}\right)^{-\frac{s+a}{2}}\Gamma\left(\frac{s+a}{2}\right)L(s)$; $a=\frac{1-\chi(-1)}{2}$; $\chi(n)$ un caractère conjugué à $\chi(n)$ et $\omega=\omega(\chi)$ un nombre réel. J'ai obtenu la deuxième de ces formules en partant de [4]. Elle donne une généralisation de la formule de Riemann (²) sur les fonctions $L(s)$ et a la forme:

$$e^{\omega i}\,\xi(s,\chi)=e^{\omega i}\left(\frac{\pi}{D}\right)^{-\frac{s+a}{2}}\Gamma\left(\frac{s+a}{2}\right)\int_{0\swarrow 1}e^{\frac{\pi x^2 i}{D}}\,x^{-(s+a)}\,\varphi(x,\chi)\,dx+$$
$$+e^{-\omega i}\left(\frac{\pi}{D}\right)^{-\frac{1-s+a}{2}}\Gamma\left(\frac{1-s+a}{2}\right)\int_{0\nwarrow 1}e^{-\frac{\pi x^2 i}{D}}\,x^{-(1-s+a)}\,\varphi(x,\overline{\chi})\,dx. \qquad [5]$$

Les chemins d'intégration dans [5] et [2] sont des droites parallèles aux bissectrices des angles entre les axes de coordonnées qui coupent l'axe réel entre les points $x=0$ et $x=1$. La fonction $\varphi(x,\chi)$ est définie par la série:

$$\varphi(x,\chi)=\frac{1}{2\pi i}\sum_{1}^{\infty}\chi(n)\,n^{a}\,e^{-\frac{\pi n^2 i}{D}}\,\frac{2x}{x^2-n^2}. \qquad [6]$$

Pour la fonction $f(s,\chi)$ déterminée par l'équation:

$$f(s,\chi)=\int_{0\swarrow 1}x^{-(s+a)}\,e^{-\frac{\pi x^2 i}{D}}\,\varphi\,x,\chi)\,dx \qquad [7]$$

on peut obtenir la formule asymptotique:

$$f(s,\chi)=\sum_{n\leqq\sqrt{\frac{Di}{2\pi}}}\frac{\chi(n)}{n^{s}}+O\left(t^{-\frac{\sigma}{2}}\right). \qquad [8]$$

On suppose ici que le nombre σ est borné et que la grandeur positive t croit indéfiniment.

En s'appuyant sur les formules [5] et [8] on peut obtenir la limite inférieure du nombre $N(T)$ des zéros de la fonction $L(s)$ qui ont la forme: $s=\frac{1}{2}+ti$; $0<t<T$.

Cette limite est donnée par l'inégalité suivante:

$$N(T)>0.084\,T+O(\sqrt{T}\log T). \qquad [9]$$

Dans le cas particulier de $D=1$, $L(s)=\xi(s)$ cette inégalité est un peu plus précise que celle de M. Siegel:

$$N(T)>0.026\,T.$$

Par contre, elle est moins précise que l'inégalité

$$N(T) > 0.106\,T$$

de ma récente note (3).

Des inégalités du même degré de précision que [9] n'ont été données jusqu'à présent que pour la fonction $\zeta(s)$ dans le travail de M. Hardy et Littlewood (4) en 1921 et dans le travail cité de C. Siegel en 1932 (2). Les méthodes de ces savants auteurs sont très raffinées et exigent des calculs assez difficiles. Ma méthode présentant, en partie, une modification de celle de M. Siegel, est malgré cela plus simple et relativement élémentaire.

Institut de Mathématiques
et de Mécanique de l'Université.
Leningrad.

Manuscrit reçu
le 18. VII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE CITÉE

1 Р. О. Кузьмин. ИОФМ, 1930, стр. 115—124. R. Kuzmin. Bull. Acad. Sci. URSS, 1930, p. 115—124. 2 C. L. Siegel. Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik, Bd. II, L. I, 1932, S. 45—80. 3 Р. О. Кузьмин. ДАН, т. II, № 7, 1934. стр. 398—400. R. Kuzmin. C. R. Acad. Sci. URSS, v. II, № 7, p. 400. 4 G. H. Hardy and J. Littlewood. Mathematische ZS., Bd. 10, 1921, pp. 288—317.

МАТЕМАТИКА

Г. Б. ГУРЕВИЧ

О ТРИВЕКТОРАХ В ПРОСТРАНСТВЕ 7 ИЗМЕРЕНИЙ

(*Представлено академиком С. Н. Бернштейном 4 VII 1934*)

Полная классификация тривекторов пространства 7 измерений была впервые дана Скоутэном (1). Тривекторы пространства 7 измерений делятся на 10 типов; каждый из этих типов характеризуется тем каноническим видом, к которому приводятся тривекторы, к нему принадлежащие. Эти канонические виды следующие:

$$(\text{VII}\,5)\quad w_{ijk} = a\,[_i\,q_j\,p_k] + b\,[_i\,r_j\,p_k] + c\,[_i\,s_j\,p_k] + q\,[_i\,r_j\,s_k] + a\,[_i\,c_j\,b_k]$$

или, пользуясь более краткими обозначениями:

$$\begin{aligned}
&(\text{VII}\,5)\quad w = [aqp] + [brp] + [csp] + [qrs] + [acb];\\
&(\text{VII}\,4\alpha)\quad w = [aqp] + [brs] + [cqr] + [csp];\\
&(\text{VII}\,3\alpha)\quad w = [aqp] + [brs] + [cqr];\\
&(\text{VII}\,4\beta)\quad w = [aqp] + [brp] + [csp] + [qrs];\\
&(\text{VII}\,3\beta)\quad w = [aqp] + [brp] + [csp];\\
&(\text{VI}\,2)\quad w = [pqr] + [abc];\\
&(\text{VI}\,3)\quad w = [pbc] + [qca] + [rab];\\
&(\text{V}\,2)\quad w = [pqr] + [pab];\\
&(\text{III}\,1)\quad w = [pqr];\\
&(0)\quad w = 0.
\end{aligned} \qquad [1]$$

Во всех этих формулах $a, b, c, p, \ldots$ означают линейно-независимые векторы. Каждый тип обозначен, следуя Скоутэну, двумя цифрами: первая — римская цифра — указывает ранг тривектора, вторая — арабская — число простых тривекторов, из которых состоит соответствующий канонический вид. В последующем даны инвариантные характеристики каждого из 10 типов.

Пусть w_{ijk} — какой либо тривектор пространства 7 измерений. Рассмотрим векторы вида

$$p_i = w_{ij\underline{k}}$$

(подчеркнутые индексы фиксированы). Изменяя фиксированные индексы j, k, мы получим 21 вектор; число линейно-независимых среди них равно, как известно, рангу тривектора. Построим далее векторы вида

$$q_i = w_i [_{\underline{j}\underline{r}} w_{\underline{l}\underline{m}\underline{n}}]$$

и

$$r_i = w_i [_{\underline{j}\underline{k}} w_{\underline{l}\underline{m}\underline{n}} w_{\underline{a}\underline{b}}]_{\underline{c}}$$

(подчеркнутые индексы снова фиксированы). Если мы придадим фиксированным индексам все возможные значения, то получим две системы векторов. Обозначим через ρ_1 число линейно-независимых среди векторов q_i, а через ρ_2 — число линейно-независимых среди векторов r_i. Совокупность трех арифметических инвариантов r, ρ_1, ρ_2 характеризует вполне каждый из типов. Арифметические характеристики всех десяти типов следующие (в скобках стоят по порядку числа r, ρ_1, ρ_2; $R = r + \rho_1 + \rho_2$):

(VII 5) (777);	$R = 21$;	(VI 2) (660);	$R = 12$;	
(VII 4α) (774);	$R = 18$;	(VI 3) (630);	$R = 9$;	
(VII 3α) (762);	$R = 15$;	(V 2) (510);	$R = 6$;	[2]
(VII 4 β) (741);	$R = 12$;	(III 1) (300);	$R = 3$;	
(VII 3β) (711);	$R = 9$;	(0) (000);	$E = 0$.	

Отметим то, что для всех 10 типов R делится на 3. Опираясь на полученные арифметические характеристики, можно объединить все канонические виды (VII 5) — (0) в один:

$$w = \alpha [aqp] + \beta [brp] + \gamma [csp] + \delta [qrs] + \varepsilon [qbc] + \lambda [rca] + \mu [sab],$$

где $\alpha, \beta, \ldots \mu$ скаляры. Типы (VII 5) — (0) получаются при следующих значениях скаляров $\alpha, \beta, \ldots \mu$:

(VII 5)	$\alpha\delta\gamma\delta\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;	
(VII 4α)	$\alpha = 0$; $\beta\gamma\delta\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;	
(VII 3α)	$\alpha = \beta = 0$; $\gamma\delta\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;	
(VII 4β)	$\alpha = \beta = \delta = 0$; $\gamma\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;	
(VII 3β)	$\alpha = \beta = \delta = \mu = 0$; $\gamma\varepsilon\lambda = 0$;	[3]
(VI 2)	$\alpha = \beta = \gamma = 0$; $\delta\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;	
(VI 3)	$\alpha = \beta = \gamma = \delta = 0$; $\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;	
(V 2)	$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \varepsilon = 0$; $\lambda\mu \neq 0$;	
(III 1)	$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \varepsilon = \lambda = 0$; $\mu \neq 0$;	
(0)	$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \varepsilon = \lambda = \mu = 0$.	

Как легко заметить, число отличных от нуля скаляров $\alpha, \beta, \ldots \mu$, всегда равно $\frac{1}{2}R$ (см. [2]).

Десять типов (VII 5) — (0) можно разбить на 5 пар так, что инвариантные характеристики каждой пары будут обладать следующим интересным свойством: написав характеристику первого типа пары, под ним — характеристику второго типа в обратном порядке и сложив, получим каждый раз (777):

(VII 5)	(777)	(VII 4α)	(774)	(VII 3α)	(762)	(VII 4β)	(741)	(VII 3β)	(711)
(0)	(000)	(III 1)	(003)	(V 2)	(015)	(VI 3)	(036)	(VI 2)	(066)
	(777)		(777)		(777)		(777)		(777)

Я получил кроме того еще чисто алгебраические инвариантные характеристики типов (VII 5) — (0). Построим тензоры:

$$w_i [_{jk} w_{lmn} w_{xy}]_z, \qquad [4]$$

$$w_i [_{jk} w_{lmn} w_{xy}] [_z w_{pqr}] \qquad [5]$$

$$w_i [_{jk} w_{lmn} w_{xy}] [_z w_{pqr} w_{ab}]_c \qquad [6]$$

$$w [_i [_{jk} w_{lmn} w_{xy}] [_z w_{pqr} w_{ab}]_c w_{i_1 j_1 k_1} \qquad [7]$$

$$w [_i [_{jk} w_{lmn} w_{xy}] [_z w_{pqr} w_{ab}]_c w_{i_1 j_1 k_1} w_{l_1 m_1}]_{n_1} \qquad [8]$$

(в [7] и [8] знак внешней альтернации не распространяется на индексы, заключенные внутри знаков внутренних альтернаций). Упомянутые алгебраические характеристики таковы:

(VII 5) тензор $[8] \neq 0$;
(VII 4α) $[8] = 0$; $[7] \neq 0$;
(VII 3α) $[7] = 0$; $[6] \neq 0$;
(VII 4β) $[6] = 0$; $[5] \neq 0$;
(VII 3β) $[5] = 0$; $[4] \neq 0$.

Для остальных типов аналогичные характеристики даны мной в статье: „О канонических видах тривектора в пространстве 6 измерений“ (2), в случае пространства 7 измерений для типов (VI 2) и (VI 3) необходимо добавить еще одно условие: тензор $[4] = 0$.

Научно-исследовательский
институт математики и механики.
Москва

Поступило
4 VII 1934.

MATHÉMATIQUES

SUR LES TRIVECTEURS DANS L'ESPACE A SEPT DIMENSIONS

Par G. GUREVIČ (GOUREWITCH)

(*Présenté par S. Bernstein, de l'Académie, le 4.VII.1934*)

La classification complète des trivecteurs de l'espace à 7 dimensions a été donnée pour la première fois par J. A. Schouten (1). Les trivecteurs de l'espace à 7 dimensions sont rangés en dix types; chaque type est caractérisé par la forme canonique à laquelle les trivecteurs qui lui appartiennent peuvent être réduits. Voici ces dix types et leurs formes canonique s

$$(\text{VII } 5)\quad w_{ijk} = a\,[_i\, q_j\, p_k] + b\,[_i\, r_j\, p_k] + c\,[_i\, s_j\, p_k] + q\,[_i\, r_j\, s_k] + a\,[_i\, c_j\, b_k]$$

ou, en notations plus brèves:

$$\begin{aligned}
&(\text{VII } 5)\quad w = [aqp] + [brp] + [csp] + [qrs] + [acb];\\
&(\text{VII } 4\alpha)\quad w = [aqp] + [brs] + [cqr] + [csp];\\
&(\text{VII } 3\alpha)\quad w = [aqp] + [brs] + [cqr];\\
&(\text{VII } 4\beta)\quad w = [aqp] + [brp] + [csp] + [qrs];\\
&(\text{VII } 3\beta)\quad w = [aqp] + [brp] + [csp];\\
&(\text{VI } 2)\quad w = [pqr] + [abc];\\
&(\text{VI } 3)\quad w = [pbc] + [qca] + [rab];\\
&(\text{V } 2)\quad w = [pqr] + [pab];\\
&(\text{III } 1)\quad w = [pqr];\\
&(0)\quad w = 0;
\end{aligned} \qquad [1]$$

$a, b, c, p, \ldots$ désignent partout des vecteurs linéairement indépendants. Chaque type est noté par deux chiffres: le premier chiffre romain indique le rang du trivecteur, la seconde arabe — le nombre des trivecteurs simples dont se compose la forme canonique (cette notation est due a M. Schouten). Dans ce qui suit je donne les caractéristiques invariantes pour tous les dix types indiqués.

Soit w_{ijk} — un trivecteur de l'espace à 7 dimensions; considérons les vecteurs

$$p_i = w_{i\underline{j}\underline{k}},$$

où les indices soulignés sont fixés. En changeant les indices fixés j, k, nous obtenons un système de 21 vecteurs; il est connu que dans ce système le nombre des vecteurs linéairement indépendants est égal au rang r du trivecteur. Construisons ensuite les vecteurs:

$$q_i = w_i\,[_{\underline{j}\underline{k}}\, w_{\underline{l}\underline{m}\underline{n}}]$$

$$r_i = w_i\,[_{\underline{j}\underline{k}}\, w_{\underline{l}\underline{m}\underline{n}}\, w_{\underline{a}\underline{b}}]_{\underline{c}},$$

les indices soulignés étant de meme fixés. Si nous donnons aux indices fixés toutes les valeurs possibles, nous obtiendrons deux système de vecteurs.

Désignons par ρ_1 le nombre des vecteurs linéairement indépendants parmi les vecteurs q_t et par ρ_2 le nombre respectif pour le système des vecteurs r_i, les trois invariants arithmétiques r, ρ_1, ρ_2 forment ensemble la caractéristique invariante des trivecteurs de chacun des types indiqués. Ces caractéristiques sont données dans le tableau suivant (j'écris en premier lieu r, en deuxième—ρ_1 et en troisième ρ_2, R désigne la somme $r+\rho_1+\rho_2$):

(VII 5)	(777),	$R=21$;	(VI 2)	(660),	$R=12$;
(VII 4α)	(774),	$R=18$;	(VI 3)	(630),	$R=9$;
(VII 3α)	(762),	$R=15$;	(V 2)	(510),	$R=6$; [2]
(VII 4β)	(741),	$R=12$;	(III 1)	(300),	$R=3$;
(VII 3β)	(711),	$R=9$;	(0)	(000),	$R=0$.

Il est à remarquer que pour tous les types R est divisible par 3. En s'appuyant sur les caractérist ques invariantes indiquées, on peut démontrer que la forme canonique suivante vaut pour tous les dix types

$$w=\alpha[aqp]+[\beta[brp]+\gamma[csp]+\delta[qrs]+\varepsilon[qbc]+\lambda[rca]+\mu[sab],$$

$\alpha, \beta, \ldots \mu$ étant des scalaires quelconques. On obtient les types (VII 5) — (0) en donnant à $\alpha, \beta, \ldots \mu$ les valeurs suivantes:

(VII 5)	$\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;
(VII 4α)	$\alpha=0$; $\beta\gamma\delta\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;
(VII 3α)	$\alpha=\beta=0$; $\gamma\delta\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;
(VII 4β)	$\alpha=\beta=\delta=0$; $\gamma\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;
(VII 3β)	$\alpha=\beta=\delta=\mu=0$; $\gamma\varepsilon\lambda \neq 0$; [3]
(VI 2)	$\alpha=\beta=\gamma=0$; $\delta\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;
(VI 3)	$\alpha=\beta=\gamma=\delta=0$; $\varepsilon\lambda\mu \neq 0$;
(V 2)	$\alpha=\beta=\gamma=\delta=\varepsilon=0$; $\lambda\mu \neq 0$;
(III 1)	$\alpha=\beta=\gamma=\delta=\varepsilon=\lambda=0$; $\mu \neq 0$;
(0)	$\alpha=\beta=\gamma=\delta=\varepsilon=\lambda=\mu=0$.

On peut remarquer que le nombre des scalaires $\alpha, \beta, \ldots \mu$ différents de zéro est toujours égal au nombre $\frac{1}{3}R$ (cf. [2]).

Les dix types (VII 5) — (0) peuvent être rangés en cinq couples, de façon que les caractéristiques invariantes de ces couples aient la propriété suivante: en écrivant la caractéristique du premier type du couple, au dessous celle du second dans l'ordre inverse et en sommant, nous obtenons toujours (777):

(VII 5)	(777)	(VII 4α)	(774)	(VII 3α)	(762)	(VII 4β)	(741)	(VII 3β)	(711)
(0)	(000)	(III 1)	(003)	(V 2)	(015)	(VI 3)	(036)	(VI 2)	(066)
	(777)		(777)		(777)		(777)		(777)

J'ai obtenu encore les caractéristiques invariantes des types (VII 5)—(0) sous une autre forme purement algébrique. Construisons les tenseurs:

$$w_i\,[_{jk}\,w_{lmn}\,w_{xy}]_z \qquad [4]$$

$$w_i\,[_{jk}\,w_{lmn}\,w_{xy}]\,[_z\,w_{pqr}] \qquad [5]$$

$$w_i\,[_{jk}\,w_{lmn}\,w_{xy}]\,[_z\,w_{pqr}\,w_{ab}]_c \qquad [6]$$

$$w\,[^i\,[_{jk}\,w_{lmn}\,w_{xy}]\,[_z\,w_{pqr}\,w_{ab}]_c\,w_{i_1 j_1 k_1}] \qquad [7]$$

$$w\,[\bar{i}\,[_{jk}\,w_{lmn}\,w_{xy}]\,[_z\,w_{pqr}\,w_{ab}]_c\,w_{i_1 j_1 k_1}\,w_{l_1 m_1}]_{n_1} \qquad [8]$$

(le signe de l'alternation extérieure dans [7] et [8] ne s'étend pas aux indices placés au dedans des signes des alternations intérieures). Les caractéristiques mentionnées sont les suivantes:

(VII 5) le tenseur $[8] \neq 0$;
(VII 4α) $[8]=0$; $[7]\neq 0$;
(VII 3α) $[7]=0$; $[6]\neq 0$;
(VII 4β) $[6]=0$; $[5]\neq 0$;
(VII 3β) $[5]=0$; $[4]\neq 0$;

Pour les autres types j'ai donné les caractéristiques analogues dans ma note: „Sur les formes canoniques d'un trivecteur dans l'espace à six dimensions“ (2); dans le cas de l'espace à 7 dimensions il faut ajouter pour les types (VI 2) et (VI 3) la condition: le tenseur $[4]=0$.

Institut de Mathématiques
et de Mécanique.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 4. VII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE CITÉE

1. J. A. Schouten. Rend. Circ. Palermo, IV, 1931. — Reichel. Über trilineare alternierende Formen in 6 und 7. Veränderlichen. Dissertation, Greifswald, 1907. В классификации Рейхеля пропущены два типа: (VII 3α) и (VII 3β). Dans la classification de Reichel il manque deuxt ypes (VII 3α) et (VII 3β). 2 G. Gourewitch. C. R., Paris, t. 197, 1933.

П. РАШЕВСКИЙ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ДВУМЕРНОГО АФИННО-СВЯЗНОГО ПРОСТРАНСТВА В БЕСКОНЕЧНО МАЛОМ В СВЯЗИ С ИЗМЕРЕНИЕМ ПЛОЩАДЕЙ

(*Представлено академиком С. Н. Бернштейном 4 VII 1934*)

Пусть в двумерном многообразии x^1, x^2 задано, во-первых, некоторое измерение площадей* и, во-вторых, семейство кривых от двух параметров. Произведем следующее построение. Через произвольную точку O проведем какие нибудь три кривые семейства α_1, α_2, α_3.

Построим точки A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, выбранные соответственно на кривых α_1, α_2, α_3, α_1, α_2, α_3, α_1 с тем единственным ограничением, что площади следующих геодезических треугольников совпадают и по величине и по направлению обхода:

$$\triangle OA_1A_2 = \triangle OA_4A_5; \quad \triangle OA_2A_3 = \triangle OA_5A_6; \quad \triangle OA_3A_4 = \triangle OA_6A_7$$

Если всякий раз в результате такого построения точки A_1 и A_7 совпадают, то мы говорим, что наша геометрия кривых и площадей обладает свойством (A).

Если всякий раз, когда мы производим это построение в бесконечно малой области „радиуса" ε, замыкание нашей конфигурации происходит с ошибкой порядка ε^{n+1} (т. е. $A_1A_7 < C\varepsilon^{n+1}$), то мы говорим, что свойство (A) имеет место в нашей геометрии в бесконечно малом с точностью n-порядка. Очевидно, что для прямых и площадей евклидовой плоскости свойство (A) имеет место.

Теорема I. Дано свойство кривых от двух параметров. Для того, чтобы оно являлось семейством геодезических некоторого параллельного перенесения, необходимо и достаточно следующее: Вблизи каждой точки O нашего многообразия можно установить такое местное измерение площадей, что свойство A имеет место для кривых нашего семейства вблизи O с точностью 2-го порядка.

Теорема II. Если для данного семейства кривых признак, указанный в теореме I, имеет место с точностью 2-го порядка, то он автоматически имеет место и с точностью 3-го порядка.

Теорема III. Если признак, указанный в теореме I, имеет место с точностью 4-го порядка, то наше семейство кривых** отобразимо на семейство прямых.

Теорема IV. В многообразии x^1x^2 дано семейство кривых 2^x параметров, отобразимое на семейство прямых.

Всякое измерение площадей***, в нашем многообразии в точности обладающее свойством A по отношению к этому семейству кривых, необходимо будет измерением площадей в некоторой проективной метрике. В той системе координат, где кривые нашего семейства задаются линейными уравнениями, такая проективная метрика будет определяться любой кривой 2-го порядка, взятой в качестве абсолюта.

Научно-исследовательский институт
математики и механики.
Москва.

Поступило
4 VII 1934.

* Площадью какой-либо области D мы назовем $\iint_D \omega_{12}\, dx^1\, dx^2$, где ω_{ij} антисимметрический тензор, каким-либо образом нам заданный.

** Уже в конечной области.

*** Теперь уже не местное, а заданное сразу для всего многообразия.

MATHÉMATIQUES

SUR LES PROPRIÉTÉS INFINITÉSIMALES DES GÉODÉSIQUES D'UN ESPACE À DEUX DIMENSIONS À CONNEXION AFFINE LIÉES À LA NOTION DE L'AIRE

Par P. RAŠEVSKIJ

(*Présenté par S. Bernstein, de l'Académie, le 4. VII. 1934*)

Soit donnée dans une multiplicité à deux dimensions x^1, x^2 dans laquelle la notion de l'aire est définie,* une famille de courbes à 2 paramètres. Faisons la construction suivante: traçons par un point arbitraire O trois courbes quelconques α_1, α_2, α_3 de la famille. Fixons des points A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7 que nous choisirons sur les courbes α_1, α_2, α_3, α_1, α_2, α_3, α_1 respectivement sous la seule condition que les aires des triangles suivants soient égales autant par leur grandeur que par le sens du parcours:

$$\triangle OA_1A_2 = \triangle OA_4A_5; \quad \triangle OA_2A_3 = \triangle OA_5A_6; \quad \triangle OA_3A_4 = \triangle OA_6A_7.$$

Supposons qu'en effectuant une construction de cette sorte les points A_1 et A_7 coïncident, nous dirons que notre géométrie des courbes et des aires possède la propriété (A). Il peut arriver aussi dans une géométrie de cette sorte qu'en effectuant cette construction dans le domaine infiniment petit de rayon ε, notre configuration se ferme toujours avec une erreur de l'ordre de ε^{n+1} (c.-à.-d. $A_1A_7 < C\varepsilon^{n+1}$); nous dirons alors que la propriété (A) a lieu dans notre géométrie avec une approximation jusqu'à des infiniment petits du n-ième ordre près.

Il est évident que pour les droites et les aires d'un plan euclidien la propriété (A) a toujors lieu.

Théorème I. Soit donnée une famille de courbes à 2 paramètres. Pour que ce soit une famille de géodésiques de quelque connexion affine $d\xi^i = -\Gamma^i_{\alpha\beta}\,\xi^\alpha\,dx^\beta$, il faut et il suffit qu'il soit possible de définir localement les aires dans le voisinage de chaque point O de façon que pour les courbes de notre famille, la propriété (A) ait lieu dans le voisinage de O avec une approximation du 2-d ordre.

Théorème II. Si pour quelque famille de courbes la propriété indiquée dans le théorème I a lieu avec une approximation du 2-d ordre, elle a lieu par cela même avec une approximation du 3-me ordre aussi.

Théoréme III. Si la propriété indiquée dans le théorème I a lieu avec une approximation du 4-me ordre, notre famille de courbes** peut être représentée sur une famille de droites.

Théorème IV. Soit donnée, dans la multiplicité x^1, x^2, une famille de courbes à 2 paramètres qui peut être représentée sur une famille de droites. Toutedé finiton des aires*** dans notre multiplicité qui aura la propriété (A) exactement par rapport à notre famille de courbes, sera nécessairement la définition des aires dans une métrique projective. Pour le système de coordonnées où les courbes de notre famille sont données par des équations linéaires, cette métrique projective sera définie par un absolu qui est une courbe arbitraire du 2-d ordre.

Institut de Mathématiques
et de Mecanique. Moscou.

Manuscrit reçu
le 4. VII. 1934.

* L'aire du domaine D, par sa définition même, est égale à $\int\int_D \omega_{12}\,dx^1\,dx^2$, où $\omega_{\alpha\beta}$ est un tenseur antisymétrique donné.

** Dans une region finie.

*** Non plus d'ordre local, mais donnée á la fois pour toute la multiplicité.

ФИЗИКА

И. КУРЧАТОВ, Г. ЩЕПКИН и А. ВИБЕ

БЫСТРЫЕ ЭЛЕКТРОНЫ ИЗ ОБЛУЧЕННОГО НЕЙТРОНАМИ ФТОРА

(*Представлено академиком А. Ф. Иоффе 20 VIII 1934*)

Известно, что после обстрела ядер фтора нейтронами получается радиоактивный элемент с периодом полураспада 10 сек. Обычно, при захвате нейтрона ядром, последний излучает α-частицу или протон (1). Можно поэтому предполагать, что аналогичный процесс имеет место и в случае фтора. Харкинс, Ньюсон и Ганс (2), исследуя процесс соударения нейтронов с ядрами фтора в камере Вильсона, на 3200 полученных снимках нашли шесть расщеплений фтора с вылетом α-частиц. Таким образом:

$$F^{19} + n^1 = N^{16} + He^4. \qquad [1]$$

Данные указанных авторов заставляют предполагать, что новый радиоактивный элемент, полученный Ферми из фтора, является радиоазотом с массовым номером 16. Атомный вес полученного элемента можно вычислить, пользуясь данными Харкинса, Ньюсона и Ганса. Анализ вилок, сфотографированных в камере Вильсона, дает возможность на основании закона сохранения энергии и количества движения определить скорость и энергию падающего нейтрона, а также баланс кинетической энергии частиц, который имел место в ядерной реакции. Таким образом, для трех случаев расщепления ядер фтора нейтронами, были получены следующие значения:

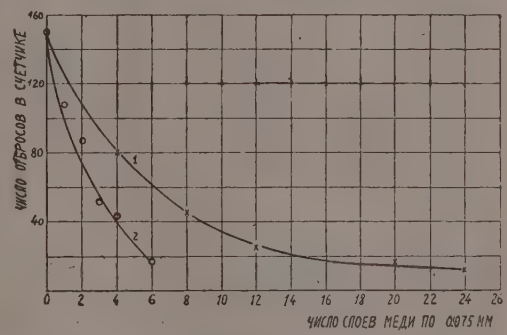
	1	2	3
Скорость нейтрона до соударения в см/сек. $\times 10^{-9}$	2.6	3.5	4.3
Энергия нейтрона до соударения в 10^6 eV	3.5	6.4	8.4
Баланс кинетической энергии частиц в 10^6 eV	1.9	2.1	3.9

Из данных таблицы видно, что во всех случаях для расщепления фтора необходима дополнительная энергия, правда, различная в отдельных случаях. Как указывают американские авторы, это различие обусловлено тем, что в реакции имеет место и γ-излучение. Исходя из этой точки зрения, для определения массы радиоазота, N^{16}, мы можем воспользоваться только данными для первого из указанных в таблице расщеплений. Если принять массу фтора равной 19.000 ± 0.002, а массу нейтрона и протона соответственно равными 1.0065 и 1.0078, то для массы радиоазота N^{16} получим 16.0062 ± 0.002.

Согласно общей схеме, данной Ферми, изотоп азота с массовым номером 16, в ядре которого имеется избыток нейтронов по сравнению с протонами, должен распадаться с испусканием электрона, образуя устойчивый изотоп кислорода. В этой реакции электрон должен обладать большой энергией порядка $4 - 8 \cdot 10^6$ eV.

$$W_e = N^{16} - O^{16} = 16.0062 \pm 0.002 - 16.000. = 0.0062 \pm 0.002. \qquad [2]$$

Целью излагаемой работы явилась проверка предполагаемой схемы ядерных реакций. Опыты производились с нейтронами, выбиваемыми α-частицами эманации радия и ее продуктов распада из бериллия. В качестве мишени был использован фтористый литий. Анализ излучения, произведенный магнитным полем, показывает, что оно, в главной своей части, представляет поток очень быстрых электронов. Для определения энергии этих электронов было исследовано поглощение излучения в меди. Облучавшаяся в течение одной минуты мишень через 15 сек. после облучения располагалась перед счетчиком Гейгера-Мюллера так, что между мишенью и счетчиком могли вставляться тонкие слои меди. Счет отбросов производился каждый раз в течение одной минуты. Результаты измерений представлены на рисунке кривой 1. Как видно, в данном случае мы имеем дело с очень быстрыми электронами порядка $4—5 \cdot 10^6$ eV, что находится в хорошем согласии с вышеприведенным уравнением [2]. Определение энергии электрона по поглощению, особенно при наличии неепрерывного спектра (который можно предполагать в данном случае), не является вполне строгим. Однако, можно с полной несомненностью утверждать, что в данном случае энергия электронов близка к указанным выше пределам. Это становится особенно ясным, если сопоставить кривую поглощения электронов радиоазота N^{16} с кривой поглощения электронов из радиоалюминия (кривая 2). Последние данные взяты из нашей предыдущей работы с эффектом Ферми в фосфоре ([3]).



По исследованиям А. Алиханова, А. Алиханьяна и Б. Д. Желепова, конец спектра электронов из радиоалюминия приходится на энергию в $3 \cdot 10^6$ eV.

Необходимо отметить, что уравнение [2] не является полным, так как в реакции, как это было нами обнаружено, имеет место жесткое γ-излучение.

В заключение мы должны отметить, что согласно разбираемой здесь схемы, реакция

$$O^{16} + n^1 = N^{16} + H^1 \qquad [3]$$

энергетически невозможна, даже для очень быстрых нейтронов. И действительно, как показали наши опыты с облучением мишени, содержащей кислород (NH_4NO_3), последняяне дает никаких следов искусственной радиоактивности.

Физико-технический институт.
Ленинград.

Поступило
20 VIII 1934.

HIGH-SPEED ELECTRONS LIBERATED FROM FLUORINE AFTER BOMBARDMENT BY NEUTRONS

I. KURČATOV, G. ŠČEPKIN, and A. WIEBE

(*Communicated by A. Joffe, Member of the Academy, 20. VIII. 1934*)

It is well known that the product of the bombardment of fluorine by neutrons is a radioactive element with a half-decomposition period of 10 sec. As a rule, when the neutron is captured by the nucleus the latter radiates an α-particle or a proton (1). It may, therefore, be assumed that a similar process takes place in case of fluorine. Harkins, Gans, and Newson (2) when investigating the collisions between neutrons and fluorine nuclei in the Wilson chamber found six cores of split fluorine with the emission of an α-particle among 3200 photographs recorded. Hence

$$F^{19} + n^1 = N^{16} + He^4. \qquad [1]$$

The data of these authors suggest that the new radioactive element obtained by Fermi from fluorine is radio-nitrogen with a mass number 16. The atomic weight of the obtained element may be calculated with the help of the data obtained by Harkins, Gans, and Newson. The analysis of the forked tracks recorded in the Wilson chamber makes it possible, on the basis of the law of conservation of energy and momentum, to determine the velocity and energy of the falling neutron, and also the balance of the kinetic energy of the particles, which took place in the nucleus reaction. Thus for the three cases of the fluorine nuclei split by neutrons we got the following values:

	1	2	3
Neutron velocity before collision cm/sec. $\times 10^{-9}$	2.6	3.5	4.3
Energy of neutron before collision in 10^6 eV	3.5	6.4	8.6
Balance of the kinetic energy of the particles in 10^6 eV	1.9	2.1	3.9

It can be seen from the table that in all the cases additional energy is required for splitting fluorine, although the amount of energy is different in each case. This difference according to the American authors is due to the fact that the reaction is also accompanied by γ-radiation. Setting out from this viewpoint, in order to determine the mass of radio-nitrogen N^{16}, we can only make use of the data corresponding to the first splitting indicated int he table. If the mass of fluorine is taken equal to 19.000 ± 0.002 and the mass of the neutron and proton equal to 1.0065 and 1.0078 respectively, the mass of radio-nitrogen N^{16} will be 16.0062 ± 0.002.

According to the general scheme given by Fermi, the isotope of nitrogen with the mass number 16, the nucleus of which contains a surplus of neutrons compared to protons, ought to disintegrate, emitting an electron

and turning into a stable isotope of oxygen. In this reaction the electron must possess a large amount of energy of the order of $4—8 \times 10^6$ eV.

$$W_e = N^{16} - O^{16} = 16.0062 \pm 0.002 - 16.000 = 0.0062 \pm 0.002. \qquad [2]$$

The purpose of the present work was to check the suggested scheme of nucleus reactions. The experiments were made with neutrons liberated by α-particles of radium emanation and its decomposition products from beryllium. Lithium fluoride was used as a target. The analysis of the radiation carried out by means of a magnetic field shows that it is mainly a stream of high-speed electrons. To determine the energy of these electrons, the absorption of the radiation in copper was investigated. 15 sec. after an exposure of one minute the target was placed before a Geiger-Muller counter in such a way that thin layers of copper could be inserted between the target and the counter. The throws were counted every time for the space of one minute. The results of the measurements are given by curve 1 in the figure (p. 573). It can be seen that we are dealing in this case with highspeed electrons of the order of $4—5 \times 10^6$ eV, which is in good agreement with equation [2] given above. The determination of the energy of the electrons by absorption, especially in the presence of a continuous spectrum (which could be assumed in the given case) is not strictly accurate, but in this case it is perfectly certain to be close to the above limits. This becomes especially clear from a comparision of the absorption curve for electrons from radio-nitrogen N^{16} with the absorption curve for electrons from radio-aluminium (curve 2). The latter data are taken from a previous investigation ([3]) of the Fermi effect in phosphorus.

According to investigation by A. Alichanov, A. Alichanian and B. Želepov, the end of the spectrum of electrons from radio-aluminium corresponds to energies of 3×10^6 eV.

It should be pointed out that equation [2] is not complete, because the reaction, as was discovered by the authors, is accompanied by a hard γ-radiation. In conclusion it should benot ed that, according to the scheme considered here, the reaction

$$O^{16} + n^1 = N^{16} + H^1 \qquad [3]$$

is impossible from energy considerations even for high-speed neutrons.

In fact, as was shown by the authors' experiments with a target containing oxygen (NH_4NO_3), the latter gives no traces of artificial ra lio-activity.

Physico-Technical Institute.
Leningrad.

Received
20. VIII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Fermi. Nature, 133, 757, 1934; 133, 898, 1934. [2] Harkins, Gans, Newson. Physical Review, 44, 949. [3] И. Курчатов, Л. Мысовский, Г. Щепкин и А. Вибе. ДАН, 1934, т. III, № 4, стр. 221. I. Kurčatov, L. Mysovskij, G. Ščepkin, and A. Wiebe. C. R. Acad. Sci. URSS, 1934, v. III, № 4, p. 224.

ФИЗИКА

В. В. ЧЕРДЫНЦЕВ

О СИСТЕМАТИКЕ АТОМНЫХ ЯДЕР

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 30 VI 1934*)

До настоящего времени наиболее распространенной является классификация изотопов по атомному весу ($4n$, $4n+1$, $4n+2$, $4n+3$), основанная на представлении об атомном ядре, составленном из α-частиц, протонов и электронов. Эта система не может считаться удовлетворительной при современном состоянии знаний.

При создании новой системы должны быть учтены все доступные данные о строении атомного ядра, а именно: 1) атомный вес (A), 2) порядковый номер (Z), 3) механический момент ядра (I), 5) стабильность и 5) распространение изотопа. Данные о дефекте масс до сих пор недостаточно полны, чтобы служить одной из основ систематики атомных ядер.

Мы принимаем, что атомное ядро состоит в основном из образований, подобных α-частице [два нейтрона (2ν) + два протона (2π), избыточных нейтронов и, в случае нечетного Z, одного протона*]. Устойчивыми являются ядра, у которых число протонов ($N_\pi = Z$) не больше числа нейтронов ($N_\nu = A - Z$), то-есть $A \geqslant 2Z$.

С другой стороны отношение $\frac{N_\nu}{N_\pi}$ не может превышать некоторого значения ([1]) (для ряда U — 2.625 $Z \geqslant A$, Th — 2.59 $Z \geqslant A$, Ac — 2.60 $Z \geqslant A$), при достижении которого ядро путем β-распада переходит в устойчивое состояние с меньшим значением $\frac{N_\nu}{N_\pi}$. Существование пределов $2.6\,Z \geqslant A \geqslant 2Z$ обусловливает приблизительную параллельность между атомным весом и порядковым номером элементов.

Наиболее естественной представляется следующая классификация изотопов по атомному весу и порядковому номеру.

		Z		
		$2m$	$2m+1$	
A	$2n$	I	II	— симметрические состояния.
	$2n+1$	III	IV	— антисимметрические состояния.

Симметрические состояния с четным числом частиц

Первая группа. $A = 2n$, $Z = 2m$. Ядра вида $n_1\alpha + n_2 2\nu$, где 2ν — пара избыточных нейтронов.

Наиболее устойчивая и распространенная группа. Механический момент ядра всегда равен нулю. Среди легких элементов имеем изотопы, построенные исключительно из α-подобных частиц.

$$Be_4^8,\ C_6^{12},\ O_8^{16},\ Ne_{10}^{20},\ Mg_{12}^{24},\ Si_{14}^{28},\ S_{16}^{32},\ A_{18}^{36},\ Ca_{20}^{40},$$

доминирующие среди изотопов этих элементов (кроме Be и A). Эти изотопы очень распространены, составляя для земной коры около $^3/_4$ от всего числа атомов.

Тяжелые элементы имеют много изотопов, причем резкого преобладания какого-либо одного изотопа не наблюдается.

* Теория атомного ядра, состоящего из нейтронов и протонов, разработана Д. Иваненко.

Вторая группа. $A=2n$, $Z=2m+1$. Атомные ядра вида $n_1\alpha+n_2 2\nu+\delta$, где $\delta=\nu\pi$, частица подобная дейтону. Группа охватывает только три устойчивых изотопа Li_3^6, B_5^{10} и N_7^{14}. Механический момент ядер этой группы так же, как и механический момент дейтона, равен единице. Кроме того, Блаккету повидимому удалось непосредственно выбить дейтон из ядра азота, $N_7^{14}+\alpha=O_8^{16}+\delta$, хотя обычно вследствие малой устойчивости, дейтон разбивается и происходит реакция: $N_7^{14}+\alpha=O_8^{17}+\pi$.

Таким образом, дейтон, входя в состав атомного ядра, сохраняет до некоторой степени свою индивидуальность.

Изотопы этой группы мало распространены и кроме N являются подчиненными изотопами; распространение возрастает от Li до N, где резко обрывается, очевидно, вследствие того, что δ-образная частица оказывается неустойчивой в энергетических полях ядер тяжелых элементов.

Действительно И. Кюри и Ф. Жольо [2], бомбардируя α-частицами B_5^{10}, Mg_{12}^{24} и Al_{13}^{27} получили атомы N_7^{13}, Si_{14}^{27} и P_{15}^{30}, переходящие с испусканием позитрона в устойчивое состояние. Первые два атома неустойчивы, так как для них $A<2Z$, последний же P_{15}^{30}, принадлежащий к нашей группе, также оказывается неустойчивым с периодом полураспада в 3.25 мин.

Таким же путем Р. Фриш [8] получил радиоактивные изотопы Al_{13}^{26} ($T=7$ сек.) и Cl_{17}^{34} ($T=40$ мин.). Таким образом для второй группы оказываются устойчивыми изотопы с порядковым номером 3, 5, 7 и неустойчивыми 13, 15, 17. Бомбардируя атомы различных элементов нейтронами, Е. Ферми [4] получил ряд радиоактивных изотопов, из которых с достаточной достоверностью определен марганец. Вероятна реакция $Fe_{26}^{56}+\nu=Mn_{26}^{56}+\pi$ и последующий распад $Mn_{26}^{56}=Fe_{26}^{56}+e$ ($T=2h$).

Изотоп марганца имеет избыточные нейтроны, из-за чего возможен β-распад. Среди тяжелых элементов ядра, включающих δ образную частицу, наблюдаются в радиоактивных рядах Th и U, элементы которых имеют четные атомные веса. Известно, что в рядах Th и U всегда встречаются два следующие друг за другом β-излучателя, причем последний обладает более короткой продолжительностью жизни.

Явление обусловливается тем, что ядро вида $n_1\alpha+n_2 2\nu$ (группа I) после первого β-распада переходит в неустойчивое состояние $n_1\alpha+(n_2-1)2\nu+\delta$ (группа II), вызывающее второй β-распад, при котором образуется новая α-подобная частица $(n_1+1)\alpha+(n_2-2)2\nu$ (группа I).

Элементы ряда актиния имеют нечетный атомный вес, так что исключена возможность возникновения ядер группы II; здесь встречается единичный β-распад (Ac). При разветвлении RaC, ThC и AcC неустойчивые RaC $\left(Bi_{83}^{212}\right)$ и ThC $\left(Bi_{83}^{212}\right)$ главной массой (99.97% для RaC и 65% для ThC) переходят путем вторичного β-распада к C′-продуктам (группа I), и только меньшая часть посредством α-распада остается в пределах группы II, образуя C″-продукты. Для AcC наоборот подавляющее большинство атомов (99.84%) переходит в AcC″. Таким образом, если первый β-распад обусловлен превышением значения $\frac{N_\nu}{N_\pi}$, то второй вызывается неустойчивостью ядра после первого β-превращения. Также в кругу явлений искусственной радиоактивности испускание электрона или позитрона есть вторичное явление, вызванное предварительными нарушениями, причем атомные ядра, имеющие избыток протонов ($A\leqslant 2Z$), испускают позитрон, а имеющие избыток нейтронов ($A>2Z$) — электрон.

Антисимметрические состояния третьей и четвертой групп

Атомные ядра имеют механический момент вида $I=\frac{2n+1}{2}$, изменяющийся от $\frac{1}{2}$ до $\frac{9}{2}$. Среди антисимметрических изотопов одного элемента оказывается наиболее распространенным изотоп с меньшим значением I. На кривой распределения антисимметричных изотопов в земной коре (соответствующей в общих чертах распределению в космосе) элементы групп III и IV укладываются довольно близко, причем, в случае изобар, всегда наиболее распространен элемент группы IV.

Третья группа. $A=2n+1$, $Z=2m$. Атомные ядра вида $n_1\alpha+n_2 2\nu+\nu$. Среди легких элементов четного порядкового номера изотопы III группы встречаются в ничтожных количествах, среди тяжелых составляют в среднем около 20% от общего числа изотопов, достигая максимальной величины в случае Xe — 47.8%.

Четвертая группа. $A=2n+1$, $Z=2m+1$. Атомные ядра вида $n_1\alpha+n_2\nu+\tau$, где $\tau=\nu\nu\pi$ представляет образование подобное ядру H_1^3, однако в противоположность дейтону не сохраняет внутри ядра определенных свойств. Так механический момент ядер этой группы, не имеющих избыточных нейтронов ($n_2=0$), имеет значения

$$I=\frac{1}{2}\left(F_9^{19},\ Al_{13}^{27},\ P_{15}^{31}\right);\quad I=\frac{3}{2}\left(Li_3^7,\ Na_{11}^{23}\right);\quad I=\frac{5}{2}\left(Cl_{17}^{35}\right).$$

В последнем случае I не может быть объяснен суммой моментов τ-частицы, и нужно принять существование диссоциированной α-подобной частицы, что указывает на прочную связь составных частей ядер этой группы. Изотопы имеют значительное распространение, особенно более легкие (у которых $n_2=0$). Избыточные нейтроны появляются у Cl_{17}^{37}, K_{19}^{41} при чем уже K_{19}^{41} является β-излучателем. Очевидно, у ядер, не имеющих избыточных нейтронов, β-распад не возможен. При сравнении симметрических и антисимметрических состояний намечаются закономерности:

Симметрические изотопы распространены более, чем антисимметрические.

П. Ниггли [5] отмечает, что на кривой распространения элементов в земной коре, элементы с нечетным Z (т. е. в основном — антисимметрические изотопы группы IV) смещены в сторону меньшего Z, по сравнению с максимумами четных элементов (в основном симметрические изотопы группы I). Рассматривая распространение изотопов одного элемента, мы встречаем ту же закономерность. Так, для тяжелых элементов четного Z из симметрических изотопов группы I наиболее распространенным обычно является самый тяжелый, а для антисимметрических группы III — самый легкий. Всегда максимум группы III изотопов смещен по отношению группы I. Обычно каждая группа имеет один резко выраженный максимум.

Тяжелые элементы с нечетным Z (группы IV) не имеют более, чем два изотопа (за исключением Cl). Это может быть стоит в связи с тем, что промежуточные значения с четным A являются неустойчивыми изотопами группы II. Более распространенным всюду (за исключением Ru и Tl) является более легкий изотоп. Вне описанных групп находятся составные части ядер H_1^1, He_2^4, H_1^2, H_1^3, ν — самостоятельно существующие в природе, причем только H_1^1 сильно распространен (особенно в звездных атмосферах). Общий ход кривой распределения изотопов довольно сложен. Может

быть его удастся связать с кривой дефектов массы, так как естественно считать распространение изотопов зависящим от внутренней энергии затраченной на создание атомного ядра.

Группы Groupes	Содержание в земной коре в атомных % Teneur dans l'écorce terrestre en % atomiques	Наиболее распространенные изотопы Isotopes les plus répandus
группа I	73.54	
В том числе		
$n_1\alpha$	71.24	O_8^{16}, Si_{14}^{28}, Ca_{20}^{40}, Mg_{12}^{24}, C_6^{12}, S_{16}^{32}
$n_1\alpha + n_2 2\nu$	2.30	Fe_{26}^{56}, Si_{14}^{30}, Ti_{22}^{48}, Mg_{12}^{26}, O_8^{18}, Te_{26}^{54}, Ca_{20}^{44}
группа II	0.054	
В том числе		
$n_1\alpha + \delta$	0.054	N_7^{14}, B_5^{10}, Li_3^6
$n_1\alpha + n_2 2\nu + \delta$ . . .	$1.25 \cdot 10^{-16}$	RaE, MsTh II, ThC, RaC
группа III	1.19	
В том числе		
$n\alpha + \nu$	1.19	Si_{14}^{29}, Mg_{12}^{25}, O_8^{17}, Be_4^9, S_{16}^{33}, C_6^{13}
$n_1\alpha + n_2 2\nu + \nu$	$3 \cdot 10^{-3}$	Cr_{24}^{53}, Ba_{56}^{137}, Sr_{38}^{87}, Ba_{56}^{135}, Zn_{30}^{67}
группа IV	7.97	
В том числе		
$n\alpha + \tau$	7.86	Al_{13}^{27}, Na_{11}^{23}, K_{19}^{39}, Cl_{17}^{35}, F_9^{19}, P_{15}^{31}, B_5^{11}
$n_1\alpha + n_2 2\nu + \tau$ . . .	0.11	K_{19}^{41}, Mn_{25}^{54}, Cl_{17}^{37}, V_{23}^{51}, Sc_{21}^{45}, Cu_{29}^{63}, Rb_{37}^{85}
H_1^1	17.25	
H_1^2	$n \times 10^{-4}$	
He_2^4	$4 \cdot 10^{-6}$	
H_1^3	$\infty 10^{-9}$	

Государственный радиевый институт. Ленинград.

Поступило
30 VI 1934.

PHYSIQUE

SUR LA CLASSIFICATION DES NOYAUX ATOMIQUES

Par V. ČERDYNCEV

(*Présenté par S. Wawilow, de l'Académie, le 30. VI. 1934*)

La classification des isotopes la plus répandue à ce jour est celle d'après les poids atomiques ($4n$, $4n + 1$, $4n + 2$, $4n + 3$), basée sur la notion du noyau atomique comme composé de particules α, de protons et d'électrons. Ce système ne saurait être considéré comme satisfaisant en présence de l'état actuel de nos connaissances.

Dans toute tentative de création d'un nouveau système il est nécessaire de tenir compte de toutes les données disponibles sur la structure du noyau atomique, notamment: 1) du poids atomique (A), 2) du numéro

d'ordre (Z), 3) du moment mécanique du noyau (I), 4) de la stabilité et 5) de l'expansion de l'isotope. Les données concernant le défaut de masse ne sont pas à ce jour suffisamment complètes pour figurer parmi les bases de la classification des noyaux atomiques. Nous admettons que le noyau atomique est composé pour l'essentiel de formations semblables à la particule α [deux neutrons (2ν) + deux protons (2π), neutrons en excès et, en cas de Z impair, un proton en excès].* Dans ces conditions il y a lieu de considérer comme stables les noyaux dans lesquels le nombre de protons ($N_\pi = Z$) ne dépasse pas le nombre des neutrons ($N_\nu = A - Z$), c.-à-d. $A \geqslant 2Z$.

D'autre part, le rapport $\frac{N_\nu}{N_\pi}$ ne saurait dépasser une certaine valeur [1] (pour la série U — $2.625\,Z \geqslant A$, pour Th — $2.59\,Z \geqslant A$, pour Ac — $2.60\,Z \geqslant A$) pour laquelle une fois atteinte le noyau passe par désintégration β dans un état stable, avec une valeur moindre de $\frac{N_\nu}{N_\pi}$. L'existence des susdites limites $2{,}6\,Z \geqslant A \geqslant 2Z$ détermine un parallélisme approché entre les poids atomiques et les numéros d'ordre des éléments.

La classification des isotopes la plus naturelle nous paraît être celle-ci, établie d'après le poids atomique et le numéro d'ordre.

		Z		
		$2m$	$2m+1$	
A	$2n$	I	II	— états symétriques
	$2n+1$	III	IV	— états antisymétriques.

Etats symétriques à nombre pair de particules

Premier groupe. $A = 2n$, $Z = 2m$. Noyaux atomiques de l'aspect de $n_1\alpha + n_2 2\nu$, où 2ν indique une paire de neutrons en excès.

Groupe le plus stable et le plus répandu. Le moment mécanique du noyau est toujours égal à zéro. Parmi les éléments légers nous avons les isotopes bâtis exclusivement de particules semblables aux α:

$$Be_4^8,\ C_6^{12},\ O_8^{16},\ Ne_{10}^{20},\ Mg_{12}^{24},\ Si_{14}^{28},\ S_{16}^{32},\ A_{18}^{36},\ Ca_{20}^{40}$$

prédominants parmi les isotopes des éléments en question (sauf pour Be et A). Ces isotopes sont très répandus, fournissant à l'écorce terrestre près des trois quarts de tout son nombre d'atomes.

Les éléments lourds ont de nombreux isotopes sans qu'une franche prédominance d'un quelconque d'entre eux fût à signaler.

Deuxième groupe. $A = 2n$, $Z = 2m + 1$. Noyaux atomiques de l'aspect de $n_1\alpha + n_2 2\nu + \delta$, où $\delta = \nu\pi$, particule semblable au deuton. Le groupe ne comprend que les trois isotopes stables: Li_3^6, B_5^{10} et N_7^{14}.

Le moment mécanique des noyaux de ce groupe, tout comme le moment mécanique du deuton est égal à l'unité. De plus, Blackett paraît avoir réussi à expulser directement le deuton du noyau de l'azote

$$N_7^{14} + \alpha = O_8^{16} + \delta,$$

encore que habituellement, à cause de sa faible stabilité, le deuton se brise, ce qui donne lieu à la réaction:

$$N_7^{14} + \alpha = O_8^{17} + \pi.$$

C'est ainsi que le deuton, entrant dans la composition du noyau atomique, y conserve dans une certaine mesure son individualité.

* Une théorie du noyau atomique supposé consistant de neutrons et de protons a été construite par D. Iwanenko.

Les isotopes de ce groupe sont peu répandus et sauf N sont des isotopes subalternes; le degré d'expansion s'accroît depuis Li jusqu'à N, où la progression s'interrompt subitement parce que la particule δ, faut-il croire, est instable dans les champs énergétiques des noyaux d'éléments lourds. En effet, J. Curie et F. Joliot (2), bombardant de particules α B_5^{10}, Mg_{12}^{24} et Al_{13}^{27}, ont obtenu des atomes de N_7^{13}, Si_{14}^{27} et P_{15}^{30}, passant à l'état stable avec émission de positron. Les deux premiers atomes sont instables, ayant $A < 2Z$ et le dernier, P_{15}^{30}, appartenant à notre groupe, se trouve être également instable avec une période de demi-désintégration de 3.25 min.

Dans la même voie R. Frish (3) a obtenu les isotopes radioactifs Al_{13}^{26} ($T = 7$ sec.) et Cl_{17}^{34} ($T = 40$ min.). Ainsi donc, pour le deuxième groupe, nous avons des isotopes stables à numéros d'ordre 3, 5, 7 et des isotopes instables 13, 15, 17. En bombardant les atomes de divers éléments avec des neutrons E. Fermi (4) a obtenu une série d'isotopes radioactifs, parmi lesquels le manganèse est établi avec une certitude suffisante. Il y a lieu d'admettre comme probables la réaction $Fe_{26}^{56} + \nu = Mn_{26}^{56} + \pi$ et la désintégration subséquente $Mn_{26}^{56} = Fe_{26}^{51} + e$ ($T = 2h$). L'isotope du manganèse a des neutrons en excès, en vertu de quoi une β-désintégration est possible.

Parmi les éléments lourds des noyaux contenant une particule de genre δ s'observent dans les séries radioactives de Th et de U, dont les éléments ont des poids atomiques pairs.

Il est bien connu que dans les séries de Th et de U il se trouve toujours des paires de β-émetteurs consécutifs, dont le dernier chaque fois possède la plus grande durée de vie.

Ce phénomène est déterminé par ce fait que le noyau de l'aspect de $n_1\alpha + n_2 2\nu$ (groupe I) après une première β-désintégration, passe à l'état instable $n_1\alpha + (n_2 - 1)2\nu + \delta$ (groupe II), provoquant une seconde β-désintegration, dans laquelle se forme une nouvelle particule genre α: $(n_1 + 1)\alpha + (n_2 - 2)2\nu$ (groupe I).

Les éléments de la série de l'actinium ont un poids atomique impair, excluant la possibilité de formation de noyaux du groupe II; ici se rencontrent des cas isolés de β-désintégration (Ac). A la ramification de RaC, de ThC et de AcC les formes instables RaC (Bi_{83}^{214}) et ThC (Bi_{83}^{212}) passent dans leur principale masse (99.97% pour RaC et 65% pour ThC) par voie de β-désintégration renouvelée aux produits de la catégorie de C' (groupe I) et une partie moindre seulement reste au moyen de α-désintégration dans les limites du groupe II, formant des produits de C''. Pour AcC, au contraire, une majorité écrasante d'atomes (99.84%) passe dans les AcC''. Ainsi donc, si la première β-désintégration est due à l'excédent de la valeur de $\frac{N_\nu}{N_\pi}$, la seconde est causée par l'instabilité du noyau après la première β-transformation. De même, dans la sphère des phénomènes de radioactivité artificielle, l'émission de l'electron ou du positron est un phénomène secondaire, provoqué par des perturbations préalables, les noyaux atomiques munis de protons en excès ($A \leqslant 2Z$) émettant le positron, tandis que ceux ayant un excédent de neutrons ($A > 2Z$) émettent l'électron.

Etats antisymétriques du troisième et du quatrième groupes

Les noyaux atomiques ont un moment mécanique de l'aspect de $I = \frac{2n+1}{2}$, variant de $\frac{1}{2}$ à $\frac{9}{2}$. Parmi les isotopes antisymétriques d'un seul

et même élément c'est celui présentant la moindre valeur de I qui se trouve être le plus répandu. Sur la courbe de distribution des isotopes antisymétriques dans l'écorce terrestre (correspondant dans les traits généraux à la distribution dans l'univers) les éléments des groupes III et IV viennent se placer dans un assez proche voisinage les uns des autres et, en cas d'isobares, c'est toujours l'élément du groupe IV qui est le plus répandu.

Troisième groupe. $A = 2n + 1, Z = 2m$. Les noyaux atomiques ont l'aspect de $n_1\alpha + n_2 2\nu + \nu$. Parmi les éléments légers de numéros d'ordre pair les isotopes du groupe III se trouvent en quantités infimes, parmi les éléments lourds ils font en moyenne près de 20% du nombre total des isotopes, atteignant une grandeur maxima pour le Xe — de 47.8%.

Quatrième groupe. $A = 2n + 1, Z = 2m + 1$. Les noyaux atomiques ont la forme de $n_1\alpha + n_2 2\nu + \tau$, où $\tau = \nu\nu\pi$ est une formation semblable au noyau H_1^3, mais à l'encontre du deuton ne conserve pas de propriétés déterminées à l'intérieur du noyau. Ainsi, le moment mécanique des noyaux de ce groupe n'ayant pas de neutrons en excès ($n_2 = 0$) a les valeurs

$$I = \frac{1}{2}\left(F_9^{19}, Al_{13}^{27}, P_{15}^{31}\right); \; I\frac{3}{2}\left(Li_3^7, Na_{11}^{23}\right); \; I = \frac{5}{2}\left(Cl_{17}^{35}\right).$$

Dans le dernier cas I ne saurait être expliqué par la somme des moments d'une particule τ et il faut admettre l'existence d'une particule dissociée semblable à α, ce qui indique une liaison solide reliant les parties constitutives des noyaux de ce groupe. Les isotopes ont une expansion considérable, surtout les plus légers (où $n_2 = 0$).

Des neutrons en excès apparaissent chez Cl_{14}^{37}, K_{19}^{41}, ce dernier étant déjà émetteur de rayons β. Il est evident, d'ailleurs, que dans les noyaux n'ayant pas de neutrons en excès la β-désintégration est impossible. A la comparaison des états symétriques et antisymétriques on voit se dessiner les régularités suivantes.

Les isotopes symétriques sont plus répandus que les antisymétriques. P. Niggli (5) signale que, sur la courbe des expansions des éléments dans l'écorce terrestre, les éléments à Z impairs (c.-à-d., dans l'essentiel, les isotopes antisymétriques du groupe IV) sont déplacés du côté des Z moindres, par rapport aux maxima des éléments pairs (pour l'essentiel, les isotopes symétriques du groupe I). A envisager l'expansion des isotopes d'un seul et même élément, nous y trouvons la même régularité. Ainsi, pour les éléments lourds de Z pair, parmi les isotopes symétriques du groupe I, le plus répandu est habituellement le plus lourd, tandis que pour les antisymétriques du groupe III, c'est le plus léger. Le maximum du groupe III d'isotopes est déplacé par rapport à celui du groupe I. Comme règle, chaque groupe a son maximum unique nettement tranché. Les éléments lourds à Z impair (groupe IV) n'ont pas plus de deux isotopes (à l'exception de Cl). Ceci se trouve peut-être en rapport avec ce fait que les valeurs intermédiaires avec A pair sont des isotopes instables du groupe II. Le plus répandu partout (sauf pour Ru et Tl), c'est l'isotope le plus léger. En dehors des groupes décrits se trouvent les parties constitutives de noyaux, H_1^1, He_2^4, H_1^2, H_1^3 ν, ayant une existence indépendante dans la nature; de ce nombre, il n'y a que H_1^1 pour être fortement répandu (notamment dans les atmosphères stellaires). La marche générale de la courbe de distribution des isotopes est assez compliquée. Peut-être sera-t-il possible de la relier à la courbe des défauts de masse, vu qu'il est tout naturel de considérer

l'expansion des isotopes comme dépendant de l'énergie intrinsèque dépensée à bâtir le noyau atomique.

Institut de Radium.
Leningrad.

Manuscrit reçu
le 30. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА. — LITTÉRATURE CITÉE

[1] W. Heisenberg. ZS. f. Phys., 77, 1, 1932. [2] F. Joliot and I. Curie. Nature, 133. 201, 1934. [3] R. Frish. Nature, 133, 722. 1934. [4] E. Fermi. Nature, 133, 757, 1934. [5] P. Niggli. Fennia Sederholmfestschrift, № 6, 1928.

ФИЗИКА

Н. ВЕДЕНЕЕВА и С. ГРУМ-ГРЖИМАЙЛО

СПЕКТРО-ПОЛЯРИСКОПИЧЕСКИЙ МЕТОД УМОВА В ПРИМЕНЕНИИ К ИССЛЕДОВАНИЮ МИНЕРАЛОВ ПОД МИКРОСКОПОМ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 2 VI 1934*)

Если развернуть спектрально интерференционную картину, которую дает полярископ Савара, то имеем систему темных полос, идущих вдоль спектра, причем в тех местах его, где яркость ослаблена, эти полосы шире. Полагая, что наложение на спектр системы темных полос позволит легче обнаруживать наличие очень слабой абсорбции, профессор Н. Умов сконструировал специальный прибор ([1]), изготовлявшийся фирмой Фюсс, но не нашедшей себе применения на практике. Между тем метод Умова интересен и не требует по существу специального прибора, так как можно воспользоваться поляризационным микроскопом с линзой Бертрана и спектральным окуляром Аббе. Мы поместили перед объективом кварцевую пластинку Савара (толщиною $d = 4$ мм), монтированную на несложном приспособлении, надевающемся на объектив. Свет попадает в пластинку через узкую щель, параллельную щели спектрального скуляра. Установив с помощью линзы Бертрана микроскоп на бесконечность, мы видим ту же спектральную картину, как в приборе Умова. Поляризационный микроскоп позволяет расширить область применения метода Умова на анизотропные объекты.

Для яркости I поляризованного света, прошедшего через анализатор и попадающего в пластинку Савара под некоторым определенным наклоном к оси микроскопа, имеем уравнение

$$I = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2} \sin 2\alpha \cos \Delta. \qquad [1]$$

Здесь p — амплитуда колебаний проходящего через пластинку Савара поляризованного света, α — угол между направлением колебаний p и одним из направлений колебаний пластинки Савара, Δ — разность фаз в пластинке Савара для заданного направления и длины волны. Полагая $\alpha = -45°$ (николи скрещены) и $\alpha = 45°$ (николи параллельны), получаем уравнения

$$I_s = \frac{p^2}{2} - \frac{p^2}{2} \cos \Delta \qquad [2]$$

и

$$I_p = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2} \cos \Delta \qquad [3]$$

для двух типичных картин (s и p). Максимумы яркости I_s лежат против минимумов I_p. В первом случае имеется нулевая ($\Delta = 0$) изолиния. При значениях α отличных от 45° имеем картину типа s или p, но тем слабее выраженную, чем α ближе к нулю. Примесь неполяризованного света сказывается прибавлением некоторой постоянной величины в выражении для яркости.

Присоединяя окуляр Аббе к пластинке Савара, мы получили прибор, позволяющий легко обнаруживать и спектрально оценивать даже очень слабый плеохроизм. Чтобы наблюдать спектр плеохроизма с максимальной отчетливостью, предварительно нужно включить поляризатор и поставить исследуемый объект на погасание, а затем удалить поляризатор. Плеохроизм часто может быть подмечен ясно при отсутствии заметного для глаза поглощения в спектре, а потому иногда может быть использован для обнаружения последнего. Так например в образце искусственного рубина (фиг. 1) видны Умовские полосы, доходящие до 625 $\mu\mu$, тогда как непосредственно окуляром Аббе можно регистрировать наличие поглощения лишь до 590 $\mu\mu$. Образец ставролита (фиг. 2) дает резко выраженные полосы плеохроизма по всему спектру, начиная от 600 $\mu\mu$, тогда как окуляр Аббе не дает никаких, сколько-нибудь характеризующих минерал, указаний.

Интересна картина двулучепреломления при наблюдении ее в микроскопе Умовским методом. В этом случае вычисленное нами выражение для I приобретает значительно более сложный вид; а именно:

$$I = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2}\sqrt{1 - \cos^2 2\beta \cos^2 2\gamma + \frac{1}{2}\sin 4\beta \sin 4\gamma \cos\delta - \sin^2 2\beta \sin^2 2\gamma \cos^2\delta} \times \cos(\Delta + \delta).$$

Здесь p и Δ имеют прежнее значение, β — угол между направлением колебаний в объекте и пластинке Савара, γ — угол между направлением p и направлением колебаний в пластинке Савара ($\alpha = \gamma + \beta$), δ — разность фаз, сообщаемая объектом. Подкоренное выражение при некоторых значениях δ и β может обращаться в нуль. Для длин волн, удовлетворяющих этому условию, $I = \frac{p^2}{2}$, т. е. в этом месте спектра нет полос интерференции.

Фиг. 1.—Fig. 1.

Возьмем два частных случая:

1) Николи параллельны ($\beta + \gamma = 45°$). Выражение для яркости превращается в следующее:

$$I = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2}\sqrt{1 - \sin^2 4\beta \sin^4 \frac{\delta}{2}} \cdot \cos(\Delta + \sigma).$$

Если $\beta = 0°, 45°, 90°, 135°$, то $I = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2}\cos(\Delta + \delta)$.

Это уравнение вполне напоминает [3], но поскольку вместо Δ стоит $(\Delta + \delta)$, форма полос отличается от обычной. Средняя изолиния смещена и искривлена; в ту же сторону искривлены и все другие линии.

Для $\beta = 22.5 + n45°$, где $n = 1, 2, 3\ldots$, периодический член исчезает при $\delta = 180° + n\,360°$.

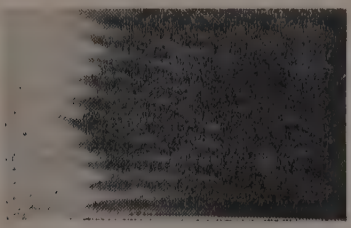
Для тех частей спектра, где это условие соблюдается, изолинии претерпевают разрыв, и — как вытекает из формулы — по обе стороны разрыва изолинии смещены друг относительно друга, как в картине s и p.

2) P совпадает с направлением колебаний в пластинке Савара ($\beta = -\gamma$). Тогда

$$I = \frac{p^2}{2} - \frac{p^2}{2} \sin 2\beta \sin \frac{\delta}{2} \sqrt{1 - \sin^2 2\beta \sin^2 \frac{\delta}{2}} \cos(\Delta + \delta).$$

Размытие полос имеем всегда при $\sin \frac{\delta}{2} = 0$, т. е. $\delta = n 360°$ при четном числе полуволн (фиг. 3). Кроме того, когда $\sin 2\beta = 1$, то такое размытие имеем еще при разности хода в нечетное число полуволн.

При вращении объекта или поляризатора, полосы в месте размыва то смыкаются, то вновь расходятся, позволяя точно наметить в спектре



Фиг. 2. — Fig. 2.

Фиг. 3. — Fig. 3.

длину волны, для которой разность хода составляет четное или нечетное число полуволн. Поэтому умовский метод может быть использован при изготовлении пластинок $\frac{\lambda}{2}$ и для быстрого определения дисперсии двулучепреломления.

Чтобы подобно Умову наблюдать спектры абсорбции в отраженном свете, удобно пользоваться стеклянной полусферой с неподвижной осью. Этот прибор сконструирован в нашей лаборатории и служит, подобно столику Федорова, для определения минералов в шлифах теодолитным методом.

Нам удавалось получать этим способом характерные спектры абсорбции минералов в шлифах. Интересен, напр., спектр лазурита.

В заключение приносим нашу благодарность акад. С. И. Вавилову за его внимательное отношение к работе и проф. А. И. Бачинскому за предоставление рукописей проф. Н. Умова.

Институт прикладной минералогии.
Москва.

Поступило
2 VI 1934.

PHYSIQUE

LA MÉTHODE SPECTRO-POLARISCOPIQUE DU PROF. N. OUMOV, APPLIQUÉE À L'EXAMEN DES MINÉRAUX AU MICROSCOPE

Par N. VEDENEJEVA et S. GRUM-GRŽIMAJLO

(*Présenté par S. Wawilow, de l'Académie, le 2. VI. 1934*).

Si l'on examine à l'aide d'un spectroscope l'image d'interférence fournie par le polariscope de Savart, on voit un système de raies obscures le long du spectre; ces raies sont plus larges dans les parties du spectre dont l'intensité est plus faible. Ces données ont été utilisées par le prof. N. Oumov[1]) dans le but d'observer plus facilement les faibles bandes d'absorption dans le spectre des corps peu absorbants. A cet effet le prof. N. Oumov a inventé un appareil spécial (construit par Fuess). Cependant la méthode intéressante d'Oumov ne demande pas d'appareil spécial, car elle peut être réalisée à l'aide d'un microscope minéralogique muni de la lentille Amici-Bertrand et de l'oculaire spectroscopique d'Abbe. Nous avons ajusté à l'objectif un petit appareil portant une plaque de Savart en quartz d'une épaisseur de 4 mm. La lumière pénètre dans la plaque par une fente étroite parallèle à la fente de l'oculaire spectroscopique. En changeant à l'aide de la lentille Bertrand l'observation microscopique en observation conoscopique, nous voyons comme dans l'appareil d'Oumov des raies obscures dans le spectre. En outre le microscope polarisant nous permet d'appliquer la méthode d'Oumov également à l'étude des corps anisotropes.

L'intensité définitive I d'un faisceau de lumière polarisée à travers l'analyseur et la plaque de Savart à une certaine inclinaison vers l'axe du microscope est donnée par l'équation suivante:

$$I = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2} \sin 2\alpha \cos \Delta, \qquad [1]$$

p étant l'amplitude des vibrations de l'onde lumineuse traversant la plaque de Savart, α — l'angle compris entre la direction de p et l'une des directions vibratoires de la plaque de Savart, Δ — la différence de phases de la lame dans la direction de propagation et pour la longueur d'onde données. En posant $\alpha = -45°$ (nicols croisés) et $\alpha = 45°$ (nicols parallèles) nous aurons:

$$I_s = \frac{p^2}{2} - \frac{p^2}{2} \cos \Delta, \qquad [2]$$

$$I_p = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2} \cos \Delta \qquad [3]$$

pour 2 images typiques. Les maxima d'intensité de l'une se trouvent vis-à-vis des minima de l'autre. Dans le premier cas nous avons une frange zéro pour le retard $\Delta = 0$. Pour les valeurs $\alpha \neq \pm 45°$ l'image d'interférence reste la même, c'est-à-dire du type I_s ou I_p, seulement les franges deviennent plus faibles à mesure que α s'approche de 0. Si la lumière n'est pas complètement polarisée, la somme

$$I = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2} \sin \alpha \cos \Delta$$

s'accroît de la valeur constante I_u de l'intensité de la lumière non polarisée.

Le microscope polarisant muni de l'oculaire d'Abbe et de la lame de Savart permet d'observer dans toutes les parties du spectre l'inégalité d'absorption, même quand l'objet n'est que faiblement pléochroïque. Dans ce cas, pour mieux voir les franges l'interférence causées par l'action polarisante du pléochroïsme, il faut mettre l'objet dans la position d'extinction et éloigner ensuite le polariseur. Le pléochroïsme peut être distinctement observé même dans le cas d'une absorption trop faible pour modifier sensiblement le spectre. Par exemple, dans le spectre d'un rubis artificiel (Fig. 1) nous voyons des franges qui s'étendent jusqu'a 625 $\mu\mu$, tandis que l'oculaire d'Abbe seul ne permet d'enregistrer l'absorption que jusqu'à 590 $\mu\mu$. Il en est de même dans le cas du staurolite (Fig. 2).

L'observation d'un objet biréfringent à l'aide de la méthode d'Oumov ne manque pas non plus d'intérêt. Dans ce cas l'expression pour la valeur de l'intensité I devient plus compliquée; c'est ainsi que nous trouvons

$$I = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2}\sqrt{1 - \cos^2 2\gamma \cos^2 2\beta + \frac{1}{2}\sin 4\gamma \sin 4\beta \cos\delta - \sin^2 2\gamma \sin^2 2\beta \cos^2\delta} \times \\ \times \cos(\Delta + \delta). \qquad [2]$$

p et Δ ont la signification première, β est l'angle compris entre les sections principales de l'objet et de la lame de Savart, γ — l'angle formé par p et la section principale de la lame, ($\beta + \gamma = \alpha$), δ — la différence de phase introduite par l'objet. Pour certaines valeurs de δ le radical peut être égal à zéro. Dans ce cas nous avons $I = \frac{p}{2}$, c'est-à-dire que pour cette longueur d'onde l'intensité I reste constante et il n'y a pas d'interférence. Prenons comme exemple deux cas particuliers:

1) Nicols parallèles ($\beta + \gamma = 45°$). L'équation 2 devient:

$$I = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2}\sqrt{1 - \sin 4\beta \sin^4\frac{\delta}{2}} \quad \cos(\Delta + \delta).$$

En posant $\beta = 0°, 45°, 90°, 135°$, nous avons

$$I = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2} \quad \cos(\Delta + \delta);$$

cette équation est tout à fait analogue à l'équation [3], mais vu que nous avons $\Delta + \delta$ au lieu de Δ, la forme des franges est tant soit peut modifiée. La frange qui correspond à $(\Delta + \delta) = 90°$ est déplacée et infléchie; Toutes les autres lignes sinfléchissent dans le même sens. Posons ensuite

$$\beta = 22.5° + n\ 45° \qquad (n = 1, 2, 3).$$

Le radical devient égal à zéro pour le retard $2n + \frac{\lambda}{2}$. Pour les régions du spectre où cette condition est observée les franges sont interrompues et, ainsi que l'exige la formule, elles sont déplacées à la rupture comme dans les images I_g et I_p.

2) P coïncide avec la section principale de la lame de Savart ($\beta = -\gamma$); dans ce cas (Fig. 3):

$$I = \frac{p^2}{2} + \frac{p^2}{2}\sin 2\beta \sin\frac{\delta}{2}\sqrt{1 - \sin^2 2\beta \sin^2\frac{\delta}{2}} \quad \cos(\Delta + \delta).$$

Les franges sont interrompues quand $\sin\frac{\delta}{2} = 0$, c'est-à-dire $\delta = n\lambda$.

En outre, quand $\sin 2\beta = 1$, les franges sont interrompues aussi pour le retard $(2n + 1)\frac{\lambda}{2}$.

Si nous faisons tourner la platine du microscope ou le polariseur, les franges changent de place, tantôt s'éloignant, tantôt se rapprochant de la rupture et permettant de cette façon de fixer exactement la longueur d'onde λ pour laquelle le retard est égal à un nombre pair ou impair de demi-ondes. C'est pourquoi la méthode Oumov peut être utile en ce qui concerne la préparation des lames $\frac{\lambda}{2}$ et la mesure rapide de la dispersion de biréfringence.

Pour observer, ainsi que l'a fait Oumov, les spectres d'absorption en lumière réfléchie, il est pratique de se servir d'un hémisphère en verre à axe immobile. C'est un simple appareil inventé et mis en usage dans notre laboratoire, que peut remplacer la platine Fedorov. Cette méthode nous a permis d'obtenir des spectres d'absorption caractéristiques de minéraux en sections minces — par exemple, celui de la lazurite.

Nous exprimons notre parfaite reconnaissance au prof S. Wawilow, pour nous avoir prêté un intérêt constant ainsi qu'au prof. Batschinsky pour avoir mis à notre disposition les manuscrits inedits du prof. Oumov.

Institut de Minéralogie appliquée.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 2. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE CITÉE

N. Oumov. Physik. ZS., XIII, 1912, S. 962.

ФИЗИКА

Б. Г. ШПАКОВСКИЙ

К ВОПРОСУ О ДИСПЕРСИИ УЛЬТРА-ЗВУКОВЫХ ВОЛН В ЖИДКОСТИ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 3 VIII 1934*)

Согласно представлениям классической акустики скорость распространения упругих волн в жидкости с поглощением не должна практически зависеть от частоты, так как ожидаемое теоретическое влияние поглощения на скорость распространения, вследствие крайней малости коэффициентов, его обусловливающих, не проявляется заметно в диапазоне частот, доступном современной акустике и ультра-акустике. Однако, сначала Пирс ([1]), а затем более обстоятельно Кнезер ([2]) обнаружили в многоатомном газе явление дисперсии, совершенно не предусмотренное классической акустикой и обусловленное молекулярно-кинетической природою газа. Последующие исследователи ([3]) вполне разъяснили общий характер явления, рассматривая эту дисперсию, как вызванную наступлением неравновесного состояния в среде при распространении упругих волн достаточно высокой частоты. Эти работы внесли новое в наше молекулярно-кинетическое представление о строении газа, позволили экспериментально подойти с новой точки зрения (к определению времени тепловой релаксации для колебательных степеней свободы) и дали добавочную экспериментальную базу для решения вопроса об элементарном обмене энергией.

§ 1. Представляется несомненно интересным подойти к решению вопроса о дисперсии ультра-звуковых волн в жидкости. Этот вопрос

является экспериментально почти не затронутым, если не считать сравнительно старых работ Бойля и его сотрудников и отдельных единичных и несистематических измерений, выполненных различными исследователями при разных частотах и с разными жидкостями. Полное теоретическое решение вопроса о скорости распространения упругих волн в диспергирующей жидкости, основанное на молекулярно-кинетическом представлении о строении жидкости, в настоящее время едва-ли возможно, вследствие невыясненности многих основных вопросов теории жидкости. Один из путей для приближенного решения нашей задачи заключается в применении к жидкому состоянию соображений, использованных при выводе скорости распространения упругих волн в диспергирующем газе с возможным учетом специфических особенностей жидкого состояния.

Скорость распространения упругих волн в жидкости выражается следующей формулой:

$$u^2 = \frac{k}{\beta\rho}, \qquad [1]$$

где β — коэффициент изотермического сжатия, $k = \frac{C_p}{C_v}$ — отношение теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме, ρ — плотность. Разность между молекулярными теплоемкостями при постоянном давлении и постоянном объеме выражается следующим соотношением:

$$C_p - C_v = -\frac{T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p^2}{\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T}. \qquad [2]$$

Вместо [2] можем написать

$$C_p - C_v = \frac{T\alpha^2}{\beta\rho}, \qquad [3]$$

так как согласно определению коэффициент объемного расширения $\alpha = \frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$, а коэффициент изотермического сжатия $\beta = -\frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T$.

С помощью [1] и [3] легко получаем следующее соотношение:

$$C_p = \frac{T\alpha^2 u^2}{u^2\beta\rho - 1}. \qquad [4]$$

Полагаем, что при равновесном процессе теплоемкость при постоянном давлении равна C_p' и соответствующая скорость распространения упругих волн равна u_1. При неравновесном процессе (в случае выпадения всех колебательных степеней свободы) теплоемкость при постоянном давлении равна C_p'' и соответствующая скорость распространения u_2. Применяем формулу [4] последовательно к равновесному и неравновесному процессам

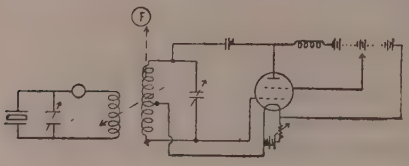
$$C_p' = \frac{T\alpha^2 u_1^2}{u_1^2\beta\rho - 1}, \qquad [5]$$

$$C_p'' = \frac{T\alpha^2 u_2^2}{u_2^2\beta\rho - }. \qquad [6]$$

С помощью [5], [6] и [1] получаем следующее окончательное соотношение

$$\frac{u_1^2}{u_2^2} = k - \frac{C_p'}{C_p''}\left(k - 1\right), \qquad [7]$$

Формула [7] показывает, что дисперсия при распространении ультра-звука в жидкости будет иметь место только в том случае, если $C_p' \neq C_p''$ и будет тем больше, чем больше C_p' по сравнению с C_p'', то есть чем больше относительное значение доли C_p, обусловленной колебательными степенями свободы, по сравнению с целою величиною C_p. Отсюда непосредственно следует, что дисперсия ультра-звука в воде при температурах не слишком высоких практически не должна иметь места. Этот результат, как известно, и получен экспериментально целым рядом исследователей в исключительно широком диапазоне частот от акустических и до порядка 20 000 000 кол./сек. (4) Наиболее удобными в смысле обнаружения возможной дисперсии являются жидкости, молекулы которых обладают малыми значениями колебательных квантов, но как раз для них не имеется экспериментальных определений величины k, входящей в формулу [7], вследствие чего не представляется возможным точно подсчитать величину ожидаемой дисперсии. Но, принимая во внимание, что значение величины k сравнительно мало колеблется для различных жидкостей, можно, беря средние значения, оценить с известной долей вероятности величину возможной дисперсии в 10%.



§ 2. Для экспериментального определения дисперсии ультра-звука в различных жидкостях был построен ультра-акустический интерферометр, конструкция которого была разработана с учетом опыта предыдущих исследователей (5). Для генерации переменного тока высокой частоты был собран настраивающийся на различную частоту генератор с лампой ГК 36 экр. С катушкой самоиндукции колебательного контура генератора была слабо связана катушка контура кварца, приводившегося в механические колебания вследствие обратного пьезо-электрического эффекта, и генерировавшего ультра-звуковые волны в жидкости. На фигуре представлена схема генератора и связанного с ним контура кварца. При передвижении рефлектора, отражающего ультра-звуковые волны, происходило периодическое изменение колебательного режима пьезо-кварцевой пластинки, в свою очередь отражавшееся на силе переменного тока, проходящего через миллиамперметр, включенный в контур кварца. Вследствие этого можно было по показаниям миллиамперметра регистрировать местоположение рефлектора при прохождении через узел стоячей волны. Для того чтобы увеличить отклонения миллиамперметра при движении рефлектора, необходимо стремиться к достижению возможно большего излучения колебательной энергии кварцем, то есть возбуждать его или на собственной частоте, или же использовать резонансные свойства пластинок, образующих его электроды. При измерениях можно было без труда отсчитывать периодические изменения показаний миллиамперметра, соответствующие многим десяткам ультра-звуковых волн, и определять длину волны с большою степенью точности. Частота переменного тока, возбуждавшего кварц, определялась с помощью волномера, связанного с колебательным контуром генератора и градуированного по сравнению со стандартом. Принимая во внимание погрешности измерений, обусловленные как качеством микрометрического винта, служившего для передвижения рефлектора, так и неточностью градуировки волномера, следует оценить возможную ошибку полученных данных в 1%.

§ 3. В нижеследующей таблице приведены результаты измерений.

Вещество	Температура °C	Частота в кол./сек.	Скорость распространения ультразвука в м/сек.
Вода	22.0	243 300	1499
	21.0	941 500	1501
Спирт винный	24.0	242 500	1254
	23.0	941 000	1245
Бензин	23.5	242 500	1198
	22.0	941 500	1202
Нитробензол	24.0	242 500	1485
	22.5	941 500	1484
Хлористый этилен	22.5	243 200	1212
	23.0	941 500	1212
Уксусно-кислый амил	23 2	243 000	1215
	23.0	941 500	1215
Уксусно-кислый этил	23.0	243 000	1354
	23.5	941 500	1353
Ацетон	20.0	247 000	1204
	22.0	938 500	1202

Принимая во внимание полученные значения скорости распространения ультра-звука при двух различных частотах и присоединяя к ним имеющиеся значения скорости распространения для некоторых из исследуемых жидкостей при акустических частотах, следует заключить, что в промеренном диапазоне частот до, приблизительно, 1 000 000 кол./сек. скорость распространения упругих волн остается в пределах ошибок измерений постоянной.

В заключение выражаю глубокую благодарность академику С. И. Вавилову за предложенную тему и руководство при выполнении этой работы.

Физико-математический институт
им. В. А. Стеклова Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
8 VIII 1934.

PHYSICS

ON THE DISPERSION OF ULTRA-SOUND WAVES IN A LIQUID

By B. ŠPAKOVSKIJ

(*Communicated by S. Wawilow, Member of the Academy, 3. VIII. 1934*)

According to the conception of classic acoustics, the velocity of propagation of elastic waves in a liquid with absorption ought to be practically independent of frequency, since, owing to the extreme minuteness of the coefficients occasioning it, such theoretical effect of absorption on the velocity of propagation as might be expected does not become clearly perceptible within the range of frequencies accesible to present-day acoustics or ultra-acoustics.

Still, first Pierce (1) and later (and in fuller detail) Kneser (2) discovered in polyatomic gases the phenomenon of dispersion utterly overlooked by classic acoustics and due to the molecular kinetic nature of gases. Subsequent investigations (3) have fully explained the general nature of the phenomenon, which they attribute to the appearance in the medium of a state of non-equilibrium due to the propagation of elastic waves of a sufficiently high frequency. Their work modified our ideas of the molecular kinetic structure of gases and enabled us to approach experimentally and from a different angle the problem of the determination of the time of thermal relaxation for vibratory degrees of freedom, while affording at the same time an additional experimental basis for the solution of the question of the elementary exchange of energy.

§ 1. The interest attaching to the solution of the question of the dispersion of ultra-sound waves in a liquid is undeniable. This question has hardly ever been approached experimentally, apart from the comparatively old works of Boyle and his collaborators and from such occasional and unsystematic measurements as have been performed by individual investigators with different frequencies and different liquids. It is hardly possible to expect that the question of the velocity of propagation of elastic waves in a dispersing liquid can receive at the present time an adequate theoretical solution based on the kineto-molecular conception of the nature of liquids, since many vital issues of the theory of liquids are still unsolved. One of the ways to approach an approximate solution of our problem is to apply to the liquid state some of the considerations that have been used in determining the velocity of propagation of elastic waves in a dispersing gas, taking, if possible, into account the specific peculiarities of the liquid state.

The velocity of propagation of elastic waves in a liquid may be expressed by the following formula:

$$u_2 = \frac{k}{\beta\rho}, \qquad [1]$$

where β is the coefficient of isothermal contraction, $k = \frac{C_p}{C_v}$ the ratio of heat capacities at constant pressure and constant volume; ρ — density. The difference between the molecular heat capacities at constant pressure and constant volume may be expressed as follows:

$$C_p - C_v = -\frac{T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p^2}{\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T}. \qquad [2]$$

We may replace [2] by

$$C_p - C_v = \frac{T\alpha^2}{\beta\rho}, \qquad [3]$$

since, according to difinition, the coefficient of volume expansion is

$$\alpha = \frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p,$$

while the coefficient of isothermal contraction is

$$\beta = -\frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T.$$

By using [1] and [3] it is easy to obtain the following ratio:

$$C_p = \frac{T\alpha^2 u^2}{u^2\beta\rho - 1}. \qquad [4]$$

We assume that in the course of an equilibrium process, the heat capacity at constant pressure is C_p', the corresponding velocity of propagation of elastic waves being u_1. In a non-equilibrium process (in case of removal of all vibrational degrees of freedom), the heat capacity at constant pressure is C_p'', and the corresponding velocity of propagation, u_2. By applying formula [4] successively to the equilibrium and to the non-equilibrium process, we obtain:

$$C_p' = \frac{T\alpha^2 u_1^2}{u_1^2 \beta\rho - 1}, \qquad [5]$$

$$C_p'' = \frac{T\alpha^2 u_2^2}{u_2^2 \beta\rho - 1}. \qquad [6]$$

By using [5], [6], and [1] we obtain the following final ratio:

$$\frac{u_1^2}{u_2^2} = k - \frac{C_p'}{C_p''}\left(k - 1\right). \qquad [7]$$

Formula [7] shows that only when $C_p' \neq C_p''$ does any dispersion take place during the propagation of the ultra-sound in a liquid, the dispersion being the greater the greater C_p' is as compared with C_p'', i. e. the greater the relative value of that portion of C_p which is due to vibratory degrees of freedom as compared with the integral value of C_p. Hence it follows that practically no dispersion of ultra-sound in water ought to take place, provided the temperatures are not too high. This is admittedly the result obtained experimentally by a number of investigators for an exceptionally wide range of frequencies, beginning with acoustic frequencies and ranging up to those of the order of 20 000 000 cycles /sec. (4) The most suitable for the detection of any possible dispersion are those liquids the molecules of which have small values of vibratory quanta, but it is precisely for those that no experimental determinations of the value of k appearing in formula [7] are available, which makes it impossible accurately to compute the magnitude of such dispersion as may be expected. Still, since the value of k varies but little from liquid to liquid, we may, by taking mean values, estimate with a certain measure of probability the extent of possible dispersion at 10%.

§ 2. In order to obtain an experimental determination of the dispersion of ultra-sound in different liquids, an acoustic interferometer was designed taking into account the experience of former investigators (5). For the generation of a high frequency alternating current, a ГК 36 screened valve generator tunable to different frequencies was designed. The self-induction coil of the oscillatory circuit of the generator was loosely connected to a quartz circuit coil, quartz being set into mechanical vibration by a reverse piezoelectric effect and generating ultra-sound waves in the liquid. The above figure (p. 590) shows a scheme of the generator and of the quartz circuit connected to it. Any displacement of the reflector which throws back the ultra-sound waves produced a periodical variations in the vibrations of the piezo-quartz plate, which in its turn affected the intensity of the alternating current passing through a milliamperemeter placed in the quartz circuit. It was thus possible to record, from the readings of the milliamperemeter, the position of the reflector at its passing through the node of a stationary wave. In order to magnify the deviations of the milliamperemeter due to the displacements of the reflector, it is necessary to increase as far as possible the amount of radiated energy of the quartz,

by exciting the latter either by its own frequency or by using for the purpose the resonance properties of its electrode plates. In effecting the measurements it was an easy matter to keep count of the periodical variations of milliamperemeter readings corresponding to many scores of ultrasound waves and to determine the wave-length with a great degree of precision. The frequency of the alternating current used in exciting the quartz was measured by a wave-meter connected to the oscillating circuit of the generator and graduated according to standard. Taking into account the errors in measurement due either to possible defects of the micrometer used in the displacements of the reflector, or to inaccuracies in the calibration of the wave-meter, the possible error of the data obtained may be estimated at not less than 1%.

§ 3. The table given below shows the results of the measurements.

Substance	Temperature ° C	Frequency vibr./sec.	Velocity of ultrasound propagation m/sec.
Water	22.0	243 300	1499
	21.0	941 500	1501
Alcohol	24.0	242 500	1254
	23.0	941 000	1245
Benzine	23.5	242 500	1198
	22.0	941 500	1202
Nitrobenzene	24.0	242 500	1485
	22.5	941 500	1484
Ethelene chloride	22.5	243 200	1212
	23.0	941 500	1212
Amyl acetate	23.2	243 000	1215
	23.0	941 500	1215
Ethyl acetate	23.0	243 000	1354
	23.5	941 500	1353
Acetone	20.0	247 000	1204
	22.0	938 500	1202

Taking into account the values obtained for the velocity of propagation of the ultra-sound at two different frequencies and adding to them the available values of the velocity of propagation for some of the liquids under consideration, it may be inferred that, within the range of frequencies measured, i. e. up to about 1 000 000 cycles/sec., the velocity of propagation of elastic waves remains constant, subject to errors of measurement.

In conclusion I wish to convey an expression of profound gratitude to professor S. Wawilow, who suggested the subject and kindly extended his guidance to the performance of the work.

Stehloff Physico-Mathematical Institute of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received 3. VIII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Pierce. Proc. Am. Acad., 60, 271, 1925. [2] Kneser Ann d. Phys., 11, 761, 777, 1931. Frank u. Eucken. ZS f. phys. Ch. B, 20, 460, 1933. — Richards and Reid. J. Chem. Phys., 1, 114, 737, 1933; 2, 206, 1934. [4] Lucas et Biquard. J. d. Phys., 3, 464, 1932. [5] Klein and Hershberger. Phys. Rev., 37, 760, 1931.

БИОФИЗИКА

В. В. АЛПАТОВ и О. К. НАСТЮКОВА

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ЛУЧАМ *PARAMECIUM CAUDATUM* С ХИМИЧЕСКИ И ФИЗИЧЕСКИ ИЗМЕНЕННЫМИ КОЛЛОИДНЫМИ СВОЙСТВАМИ ПРОТОПЛАЗМЫ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 10 VII 1934*)

1. Задачей настоящей работы является решение вопроса о том, как изменяется чувствительность *Paramecium caudatum* к ультрафиолетовым лучам в зависимости от коллоидного состояния ее протоплазмы. Для этой цели нами были выбраны воздействия, которые по данным авторов создают обратимые изменения в протоплазме.

Прежде всего мы взяли соли Na_2SO_4 и KCNS. Как известно, сернокислый натр и по катиону, и по аниону находится в конце ионного ряда Гофмейстера, расположенного в порядке убывания набухающего действия. Анион CNS лежит в начале этого ряда; калий же вызывает большее набухание, чем натрий. Хотя Леб (1) пытался свести действие гофмейстеровского ряда исключительно к изменению активной реакции среды, современные химики коллоидов (2) и физиологи (3) признают специфическое действие отдельных членов ионных рядов. По данным Шпека (4) роданистый кали стимулирует клеточное деление, а сернокислый натр подавляет его: первый — создавая набухание протоплазмы, а второй — уплотняя ее.

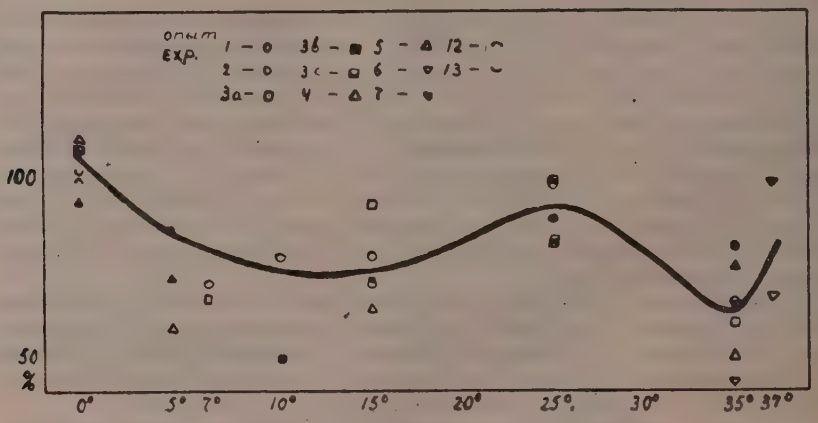
Были взяты также два агента, изменяющие вязкость протоплазмы. Бэйлисс (5) показал, что слабое раздражение гальваническим током вызывает почти мгновенное желатинирование протоплазмы амебы. Противоположным действием обладают наркотические вещества в слабых дозах (6), приводящие к обратимому уменьшению вязкости протоплазмы.

В нашей работе (7) было показано, что небольшие дозы ультрафиолетовых лучей дают стимуляцию деления инфузорий, а большие — то или иное подавление. В настоящей работе мы брали дозы в зоне подавления.

2. Техника подготовки материала к экспериментам состояла в следующем. Инфузории брались из чистой линии. При работе с роданистым кали и сернокислым натром инфузории засаживались на сутки или в некоторых опытах на двое в среду Беерса с бактериями (8), куда добавлялись соли: одна часть 5% раствора сернокислого натра на девять частей среды и одна часть 3.41% раствора роданистого кали на 29 частей среды. Такие концентрации почти не влияли на жизнеспособность инфузорий. Так, размеры их в среде с сернокислым натром были $199.0 \pm 1.9\,\mu$, а темп деления в сутки 1.85 на родительскую особь, а в контроле $194.6 \pm 1.9\,\mu$ при темпе деления 1.90. Для среды с роданистым кали — длина $212.4 \pm 1.4\,\mu$ при темпе деления 1.56 и 2.12 (второй опыт), а в контроле $209.6 \pm 1.6\,\mu$ при темпах деления 1.88 и 2.84. Хлоретон фирмы Парк, Дэвис и К° приготовлялся так. Одна часть насыщенного при комнатной температуре раствора в бидестиллированной воде смешивалась с тремя частями воды, куда животные помещались на 15 минут до облучения.

Гальванический ток получался от аккумулятора в 2.5 вольта через медицинскую фарадизационную катушку и мостик сопротивления. Электроды, отстоящие друг от друга на 5 мм и сделанные из тонких платиновых проволок, были проведены в углубления на предметных стеклах,

куда в капле среды Беерса без бактерий помещались облучаемые инфузории. Ток подбирался такой силы, чтобы при его включении было заметно изменение скорости передвижения инфузорий. В течение времени облучения ток подавался облучаемой культуре и контрольной необлучаемой ежесекундно мгновенным замыканием ключа. Во всех опытах инфузории облучались в среде Беерса без бактерий непосредственно под кварцевой горелкой Гереус в 37 см расстояния от нее при токе в 6 А. После облучения животных рассаживали поодиночке или попарно в питательную среду с бактериями, а через сутки или в редких опытах через двое суток производился подсчет их потомства. Биометрическая обработка производилась по примеру наших прежних работ ([7,8]); число опытов бралось такое, чтобы выводы можно было считать статистически достоверными.



3. В табл. 1 приведены данные по облучению инфузорий с предварительно уплотненной протоплазмой.

Средние числа по отдельным опытам, за исключением пятого, для необлученных животных не дают разницы в темпе деления животных, подвергавшихся и не подвергавшихся действию сернокислого натра. Зато при облучении во всех опытах (кроме пятого) животные, предварительно подвергшиеся воздействию сернокислого натра, показывают лучший темп деления сравнительно с животными контрольными, т. е. содержавшимися в среде без сернокислого натра. Процентные выражения показывают, что в контроле данная доза облучения снижает темп деления на 15.6%, а после обработки сернокислым натром только на 3.9%. Обратную картину дает применение роданистого кали. В этом случае (см. табл. 2) наблюдается некоторое последействие пребывания в роданистом кали, сказывающееся в повышении темпа деления, зато облучение таких инфузорий дает абсолютно меньший темп деления сравнительно с облучением контрольных (за исключением первого опыта). Процентное же выражение дает еще более ясную картину относительного снижения стойкости инфузорий после пребывания в роданистом кали.

Электрическое раздражение показывает во всех опытах большую стойкость раздражавшихся животных сравнительно с контролем (сравнивая пятую колонку цифр табл. 3 с третьей колонкой). Процентные же выражения позволяют сделать тот же вывод в еще более резкой форме.

Таблица 1—Table 1

Среднее число потомков на родительскую особь *Paramecium caudatum* через сутки. Облучение кварцевой лампой в течение 60 секунд инфузорий, проведших перед опытом сутки в среде с сернокислым натром и без него. В первых пяти опытах — по 10 экземпляров в каждой партии, а в 6-м — по 15.

Average numbers of progeny per one maternal specimen of *Paramecium caudatum* after 24 hours. The animals were exposed to ultra-violet radiation for 60 seconds, after having been previously exposed to the radiation for 24 hours in a medium with Na_2SO_4 or in one without it. In the 1—5th exp. each group contained 10 specimens, in the 6th — 15.

Опыт № Exp. No	Контроль, не подвергавшийся действию сернокислого натра Control not treated by Na_2SO_4		Сутки до опыта в среде с сернокислым натром Animals kept for 24 hours in a medium with Na_2SO_4	
	Не облучавшиеся Not exposed to radiation	Облучавшиеся Exposed to radiation	Не облучавшиеся Not exposed to radiation	Облучавшиеся Exposed to radiation
1	2.1	1.8	2.3	2.0
2	3.7	2.8	3.8	4.0
3	3.9	3.4	3.7	4.0
4	4.0	3.4	4.0	3.7
5	3.5	2.5	2.6	2.3
6	3.59	3.14	3.60	3.46

Средние числа потомства каждой особи, выраженного в % необлученных контролей с вероятными ошибками.

Average numbers of progeny of each specimen expressed in percentages of the controls not exposed to radiation and their probable errors.

1—6	99.8 ± 1.42	84.0 ± 2.02	99.4 ± 1.86	95.5 ± 1.54

Таблица 2—Table 2

Среднее число потомков на родительскую особь *P. caudatum* через сутки (в опыте 1-м через двое суток). Облучение в течение 60 секунд инфузорий, проведших до опыта сутки (в опыте 1-м двое суток) в среде с роданистым кали и без него. В первых четырех опытах по 10 экземпляров в партии, в 5-м — по 20

Average numbers of progeny per one maternal specimen of *P. caudatum* after 24 hours. The animals were exposed to ultra-violet radiation for 60 seconds, after having been previously exposed to the radiation during 24 hours (or 48 hours in the 1st exp.) in a medium with KCNS or in one without it. In the 1—4th exp. each group contained 10 specimens, in the 5th — 20.

Опыт № Exp. No	Контроль, не подвергавшийся действию роданистого кали Control not treated by KCNS		Сутки или двое до опыта в среде с роданистым кали Animals kept during 24 hours in a medium with KCNS	
	Не облучавшиеся Not exposed to radiation	Облучавшиеся Exposed to radiation	Не облучавшиеся Not exposed to radiation	Облучавшиеся Exposed to radiation
1	4.0	3.9	6.7	4.1
2	3.9	3.6	4.0	3.0
3	3.5	3.2	3.8	2.9
4	4.0	3.6	4.1	3.1
5	3.9	4.0	5.2	3.7

Средние числа потомства каждой особи, выраженного в % необлученных контролей с вероятными ошибками.

Average numbers of progeny of each specimen expressed in percentages of the controls not exposed to radiation and their probable errors.

1—5	101.4 ± 1.13	96.7 ± 1.91	99.4 ± 2.08	72.3 ± 1.75

Таблица 3—Table 3

Среднее число потомков на родительскую особь *P. caudatum* через сутки после 90-секундного облучения. Половина животных во время облучения подвергалась действию гальванического тока. В 1-м опыте по 20 экземпляров в каждой партии, во 2-м, 3-м и 4-м — по 42.

Average numbers of progeny per one maternal specimen of *P. caudatum* at the end of a 24 hour period. The animals were exposed to ultra-violet radiation for 90 seconds. Half of the animals were exposed simultaneously with the radiation to the action of a galvanic current from an induction coil. Each group in the 1st experiment contained 20 specimens, in the 2nd, 3rd, and 4th — 42 specimens.

Опыт № Exp. No	Контроль Control		Животные, раздражаемые током Animals exposed to the galvanic current	
	Не облучавшиеся Not exposed to radiation	Облучавшиеся Exposed to radiation	Не облучавшиеся Not exposed to radiation	Облучавшиеся Exposed to radia ion
1	2.00	1.39	2.0	1.5
2	2.69	1.21	2.24	1.40
3	2.07	1.62	1.88	1.76
4	2.04	1.55	1.85	1.74

Средние числа потомства каждой особи, выраженного в % необлученных контролей с вероятными ошибками.

Average numbers of progeny of each specimen expressed in percentages of the controls not exdosed to radiation and their probable errors.

1—4	101.0 ± 1.72	67.7 ± 1.82	99.0 ± 1.43	82.1 ± 2.64

Таблица 4—Table 4

Среднее число потомков на родительскую особь *P. caudatum* через сутки после 90-секундного облучения. Половина животных до облучения в течение 15 минут находилась в растворе с хлоретоном. По 36—42 экземпляров в каждой партии каждого опыта.

Average numbers of progenies per one maternal specimen of *P. Caudatum* after 24 hours. The animals were exposed to ultra-violet radiation during 90 seconds. Half of the animals were narcotized during 15 minutes just before their exposure to radiation. Each group in each of the experiments consisted of 36—42 specimens.

Опыт № Exp. No	Контроль без наркоза Control		Инфузории, бывшие в состоянии наркоза Narcotized by chloretone	
	Не облучавшиеся Not exposed to radiation	Облучавшиеся Exposed to radiation	Не облучавшиеся Not exposed to radiation	Облучавшиеся Exposed to radiation
1	3.07	1.83	2.76	1.23
2	3.10	2.38	3.17	1.74
3	4.08	3.42	4.81	2.50

Среднее число потомства каждой особи, выраженного в % необлученных контролей с вероятными ошибками.

Average numbers of progeny of each specimen expressed in percentages of the controls not exposed to radiation and their probable errors.

1—3	99.5 ± 2.37	71.1 ± 1.68	101.1 ± 2.24	52.3 ± 1.82

Наркотизирование инфузорий хлоретоном повышает, пожалуй, немного темп деления (см. колонку вторую и четвертую табл. 4), но делает их менее стойкими к подавляющему деление действию ультра-

фиолетовых лучей, что видно как из сопоставления абсолютных значений темпа размножения наркотизированных (пятая колонка) и ненаркотизированных (третья колонка) инфузорий, так и из сравнения процентных выражений, снабженных вероятными ошибками.

В результате вышесказанного мы приходим к выводам:

1. Протоплазма инфузорий может быть сделана более чувствительной к ультрафиолетовым лучам путем предварительной обработки их электролитом, вызывающим набухание коллоидов, и более стойкой — электролитом, набуханию препятствующим — уплотняющим протоплазму.

2. Повышение вязкости гальваническим током влечет за собой повышение стойкости протоплазмы, тогда как слабый наркоз, связанный с понижением вязкости, влечет за собой понижение стойкости к ультрафиолетовым лучам.

Межинститутское биофизическое объединение
Московского государственного университета.
Лаборатория экологии и лаборатория им. Макснелла.

Поступило
10 VII 1934.

BIOPHYSICS

ON THE SUSCEPTIBILITY OF INFUSORIA TO ULTRA-VIOLET RAYS AS RELATED TO THE COLLOIDAL PROPERTIES OF THEIR PROTOPLASM CHANGED BY MEANS OF DIFFERENT PHYSICO-CHEMICAL METHODS

By V. ALPATOV and O. NASTJUKOVA

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 10. VII. 1934*)

The object of the present investigation was to study the change of susceptibility to ultra-violet radiation of *Paramecium caudatum* whose protoplasm had been subjected to agents influencing the colloidal properties of the protoplasm. On the one hand, solutions of Na_2SO_4 and KCNS were used, which act in opposite directions as regards the swelling of colloids. These chemicals belong to the opposite ends of the Hofmeister ion-cation series. Sodium sulphate inhibits the swelling of colloids whilst potassium sulphocyanide possesses a strong swelling capacity. On the other hand, two methods of changing the viscosity of protoplasm were applied. According to Bayliss [5] the sol of amoeba can be reversibly changed into gel by electrical stimulation. We used therefore a weak current from an induction coil which was applied every second during the time of the exposure of animals to ultra-violet rays. A decrease of the protoplasm viscosity was obtained by narcotizing the infusoria. According to Heilbrunn [6], weak solutions of narcotics diminish the viscosity of the protoplasm. For technical details of cultivating the *Paramecium* and of the radiation by means of a quartz burner see our previous papers [7, 8]. The animals were kept for 24 hours, or for 48 in exceptional cases, in the following solutions: 1) 1 part of a 5% solution of Na_2SO_4 to 5 parts of Beers medium with *Bacillus proteus vulgaris*, 2) 1 part of a 3.41% solution of KCNS to 29 parts of the medium. These solutions exert almost no influence either on the size or the division rate: the body length at the end of a 24 hour period in a medium with Na_2SO_4 was equal to $199.0 \pm 1.9\ \mu$ and the division rate was equal to 1.85 per one maternal animal, while the control ones gave a length of $194.6 \pm 1.9\ \mu$ and a division rate of 1.90; the KCNS medium

gave a length equal to 212.4 ± 1.4 μ and a division rate of 1.56 and 2.12 (the second experiment) and the control medium gave a length of 209.6 ± 1.6 μ and division rate of 1.88 and 2.84.

One part of a chloretone (Parke, Davis and Co.) solution saturated at room temperature was mixed with 3 parts of twice distilled water. The animals were kept in this solution for 15 minutes before they were exposed to radiation. An alternating current from a small medical induction coil was regulated by means of a resistance in such a way that the stimuli obtained produced a visible effect by changing the movement of the infusoria without affecting their vitality. The platinum electrodes were placed at a distance of 5 mm on hollow slides. During the exposure to ultra-violet radiation the animals were kept in Beers solution. The experiments were repeated several times in order to obtain conclusions founded on statistically significant differences between the groups compared.

Table 1 (p. 597) shows that there is no difference in the division rate of *Peramecia* treated by sodium sulphate and the control ones (with the exception of the 5th experiment). But the absolute values of the division rate of the animals kept previously in a solution of sodium sulphate show a better resistance to the oppressing dose of ultra-violet radiation. Expressing the division rate of the radiated animals in percentages of the corresponding controls, one can see that in animals treated with sodium sulphate there is a 3.9 per cent decrease of the division rate, while in the control ones the decrease amounts to 15.8 per cent.

Potassium sulphocyanide presents a contrary effect; in all cases (with the exception of the 1st experiment) there is a very pronounced decrease in the relative susceptibility (see table 2, p. 597). Electrical excitation (see table 3, p. 598) gives in all cases an absolute as well as a relative higher resistance of animals as compared with the control ones.

Narcosis makes the infusoria, as regards their division rate, less resistant to the depressing influence of the ultra-violet radiation (see animals table 4, p. 598).

Summarizing our experience we may conclude:

a) The resistance of the protoplasm to the destructive action of the ultra-violet radiation can be incerased by using electrolytes which cause a condensation of colloids (sodium sulphate) and diminished by using electrolytes which cause a swelling.

b) An increase of viscosity of the protoplasm obtained by means of an electric current leads to an increase of the power of resistance to the ultra-violet radiation, while a weak narcosis, which produces a decrease of viscosity, goes hand in hand with a decrease of resistance.

Biophysical Committee
of the Moscow State University.
Laboratory of Oecology and Maxwell
Laboratory.

Received
10. VII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] J. Loeb. Proteins and the Theory of Colloidal Behavior. 1922. [2] Г. Кройт. Коллоиды, стр. 176, Ленинград, 1933. [3] В. Бэйлисс. Коллоидное состояние в медицине и физиологии, стр. 69, 1925. [4] J. Spek. Kolloidchem. Beih., Bd. 15. [5] W. Bayliss. Proc. Roy. Soc., 91, B, 1920. [6] L. Heilbrunn. The Colloidal Chemistry of Protoplasm. S. 288, Berlin, 1928. [7] В. Алпатов и О. Настюкова. ДАН, 1932, № 12. V. Alpatov and O. Nastjukova. C. R. Acad. Sci. URSS, 1932, No 12. [8] Idem ДАН, 1934, № 4. Idem. C. R. Acad. Sci. URSS, 1934, No 4.

Б. Б. КУДРЯВЦЕВ

НОВЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОНИЖЕНИЯ УПРУГОСТИ ПАРА РАСТВОРОВ ПО СПОСОБУ ТОЧКИ РОСЫ

(*Представлено академиком П. П. Лазаревым 11 VII 1934*)

Идея, положенная в основу прилагаемого прибора, заключается в использовании эффекта Пельтье для охлаждения некоторой поверхности, на которой и наблюдают выпадение росы.

В 1834 г. Пельтье [1] впервые описал явление, носящее его имя и заключающееся в том, что если через спай двух разнородных металлов пропускать постоянный ток, то в спае, помимо эффекта Джауля, наблюдается дополнительное поглощение или выделение тепла.

При направлении тока от термоэлектрически отрицательного к термоэлектрически положительному металлу происходит поглощение тепла, при обратном направлении тока — выделение тепла.

При малых силах тока поглощенное тепло превышает тепло, выделенное в силу наличия эффекта Джауля, и спай охлаждается.

Для нижеописанных опытов был выбран спай висмута с медью. Прибор имел следующее устройство: к концам висмутовой палочки припаивались медные проволоки. Один спай полировался до зеркальной поверхности. Неполированный спай изолировался химически неактивным веществом и погружался в раствор серной кислоты, так что полированный спай оказывался на расстоянии приблизительно 1.5 см от поверхности.

Сосуд с раствором серной кислоты и прибором помещался в термостат, и пространство над испытуемым раствором, для ускорения наступления равновесия, эвакуировалось.

При пропускании тока полированный спай охлаждался.

Одновременно с охлаждением спая термоэлектрически измерялась его температура по величине электродвижущей силы, возникавшей между охлаждаемым спаем и спаем, находящимся в растворе серной кислоты. Таким способом мы получали дифференциальный термометр, с большой точностью определявший разность температур раствора и полированного спая. Термоэлектродвижущая сила пары висмут — медь $= 7.6 \times 10^{-3}$ V на 100°. На 1° термоэлектродвижущая сила будет равна 7.6×10^{-5} V.

Чувствительность зеркального гальванометра, употребляемого для опытов $= 0.5 \times 10^{-6}$ V (производства экспериментальных мастерских НИИФЛГУ № 1508). Следовательно, точность измерения температур была приблизительно равна 0.01°.

Точность измерений ограничена в принципе только чувствительностью применяемого гальванометра и при применении более чувствительных гальванометров может быть повышена. Температура термостата определялась ртутным термометром, градуированным с точностью до 0.1°. Для наблюдения момента выпадения росы применялся следующий прием. Перпендикулярно плоскости полированного спая располагался длиннофокусный микроскоп, спай освещался параллельным пучком света, падавшим на полированную поверхность под таким углом, что после отражения от нее не попадал в микроскоп. Благодаря такому расположению осветителя, спай при рассматривании в микроскоп оказывался темным. Выпадение росы отмечалось по появлявшемуся рассеянию света, хорошо заметному в микроскоп. Как показали опыты, можно заменить наблюдения момента выпадения росы наблюдением зайчиком гальванометра. Момент

конденсации отмечается или полным прекращением движения зайчика или замедлением движения столь заметным, что не представляет труда установить начальный момент конденсации. Наблюдение рассеяния можно оставить как контрольное. Для проверки прибора были произведены измерения понижения упругости пара над растворами серной кислоты различной концентрации (фирмы Kahlbaum).

Градуировка была произведена на основании сравнения одной из экспериментальных точек с данными, приведенными в справочнике физико-химических величин по данным работ Frank, C. Blake и C. Greenewalt (²). Здесь приводится таблица, в которой сопоставляются результаты опытов с данными, полученными способом графической интерполяции измерений, помещенных в вышеуказанном справочнике. В первой графе помещены концентрации растворов серной кислоты в процентах, во второй графе — понижения упругости паров в миллим. ртутного столба, соответствующие данной концентрации кислоты и заимствованные из работ указанных авторов, в третьей графе — результаты наших измерений, тоже в миллиметрах ртутного столба. В четвертой графе приведены разницы между данными второй и третьей графы.

$T = 20°$

Концентрация H_2SO_4 в % Concentration de H_2SO_4 (%)	ΔP_g	ΔP_H	$\Delta P_g - \Delta P_H$
3.2	0.26	0.26	0.00
4.8	0.41	0.48	+0.07
8.1	0.74	0.74	0.00
10.6	1.01	1.02	+0.01
13.9	1.39	1.40	+0.01
14.1	1.41	1.43	+0.02
14.4	1.44	1.43	−0.01

В заключение считаю своим приятным долгом выразить благодарность ак. П. П. Лазареву и С. В. Горбачеву, ценными советами которых я пользовался при проведении настоящей работы.

Биофизическое отделение отдела физиологии и патологии органов чувств московского филиала Всесоюзного института экспериментальной медицины.

Поступило 11 VII 1934.

CHIMIE PHYSIQUE

NOUVEL APPAREIL POUR MESURR LA PRESSION DE VAPEUR DES SOLUTIONS D'APRÈS LA MÉTHODE DU POINT DE ROSÉE

Par. B. KUDRIAVCEV

(*Présenté par P. Lasareff, de l'Académie, le 11. VII. 1934*)

RÉSUMÉ

L'auteur a mesuré avec un appareil spécial la pression de vapeur des solutions de H_2SO_4. La surface sur laquelle on observe la condensation des vapeurs représente une soudure de deux métaux refroidie par l'effet de Peltier.

Laboratoire de Biophysique de l'Institut de Médecine expérimentale. Moscou.

Manuscrit reçu le 11. VII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE CITÉE

[1] Peltier. Ann. de chimie et de physique (2), 56, p. 371, 1834. [2] Справочник физ.-хим. величин, т. 5, стр. 467, Москва, 1930. — Greenewalt. Industrial and Engineering Chemistry, **17**, 552, 1925.

И. В. КРОТОВ

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКИСНОГО И ОКИСНОГО РОДАНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОЛОВА

(*Представлено академиком В. А. Кистяковским 4 VII 1934*)

Акад. В. А. Кистяковский предложил мне получить и изучить роданистые соединения олова, могущие быть полезными при составлении ванн для выделения различных сплавов олова. В доступной мне литературе справочного характера я не нашел указаний на способы получения роданистых соединений олова. Мною были применены следующие методы получения закисного и окисного роданистых соединений олова.

Закисное роданистое соединение олова

10 г кристаллического двухлористого олова $SnCl_2 2H_2O$ растворяются в 100 см³ этилового спирта, и к полученному раствору добавляется раствор 8.5 г роданистого калия KCNS в 100 см³ спирта. В результате выпадает белый осадок хлористого калия почти нерастворимого в спирту. Хлористый калий отфильтровывается, в фильтрате остается раствор закисного роданистого соединения олова. После высушивания осадка KCl его количество 5.8 г оказалось близким к теоретическому 6.5 г, согласно уравнению: $SnCl_2 2H_2O + 2KCNS = 2KCl + Sn(CNS)_2 + 2H_2O$. Фильтрат был помещен в колбу с клапаном Бунзена, чтобы исключить доступ кислорода воздуха внутрь колбы, и термометром и выпарен до объема приблизительно 23 см³.

Таблица 1 — Table 1

3 h. 25 min.	81° C	4 h. 00 min.	82.4° C
3 „ 30 „	81 „	4 „ 05 „	83.5 „
3 „ 40 „	81.5 „	4 „ 10 „	85.0 „
3 „ 50 „	82 „	4 „ 15 „	88 „
3 „ 55 „	82 „	4 „ 16 „	89 „

Ход изменения температуры при выпаривании раствора представлен в табл. 1. Из таблицы видно, что в самом конце выпаривания температура чрезвычайно резко повышалась; это говорит о том, что растворенное в спирту вещество имеет прочную связь в конце выпаривания с растворителем. После охлаждения до комнатной температуры через 24 часа выпал обильный желтоватого цвета кристаллический осадок. Необходимо отметить, что выпаривание здесь прошло без разложения раствора только потому, что термометр, служивший для измерения температуры, был обернут стеклянной ватой, которая вызывала сильное кипение всей жидкости, мешая тем самым ее разложению. Кристаллы были отжаты с помощью фильтровальной бумаги и имели слабо желтую окраску. Можно было допустить, что в кристаллический осадок двухлористое олово не попало, так как незначительное его количество, оставшееся в растворе после реакции между $SnCl_2 2H_2O$ и KCNS с выпадением KCl в осадок, осталось в растворе и после выпаривания; некоторую примесь KCNS к кристаллическому осадку можно было ожидать. Содержание олова в кристаллах определялось путем электролиза в щавелевокислом растворе. В 100 см³ воды растворялось 15 г KOH и сюда же добавлялось около 0.2 г кристаллического осадка и небольшое количество пергидроля. После кипячения в течение 5—10 минут дополнительно добавлялось 15 г твердой щавелевой кислоты, кипячение еще длилось минут 10, горячий раствор разбавлялся до 175 см³ водой и подвергался прибли-

зительно в течение 3 часов электролизу при 1.75 Амп. и 4 вольт с помощью сетчатого платинового катода Винклера и спирального анода. Катод с полученным осадком олова промывался водой, спиртом, сушился в эксикаторе и взвешивался. Группа CNS определялась иодометрически по Тилю (см. Тредвелл, Курс аналитической химии, 2-й том, 2-я книга, стр. 165). Определение группы CNS титрованием посредством раствора $AgNO_3$ здесь не дает приемлемых результатов, так как, по всей вероятности, реакция между закисным роданистым соединением олова и азотнокислым серебром не идет до конца. При иодометрическом же методе олово из раствора в большей его части удаляется предварительным осаждением кислым углекислым натрием. Результаты анализа вышеупомянутого, выделенного мною кристаллического осадка таковы (см. табл. 2).

Таблица 2 — Table 2

Навеска 0.1887 г — Weight taken 0.1887 g

Химическая формула Chemical formula	Вычислено Calculated	Найдено Found
$Sn(CNS)_2 . (C_2H_5OH)_2$.		
Sn	36.32%	36.67%
CNS	35.5	35.0
C_2H_5OH	28.18	28.33 (по разности — from the difference)

При нагревании этого вещества в узкой стеклянной трубке происходит разложение с резким изменением в окраске. В результате образуется зеркало олова на трубке. Качественные реакции при сливании спиртового раствора закисной роданистой соли олова с разведенными водными растворами HCl, NaOH, KOH, Na_2CO_3, K_2CO_3, NH_4OH, $HgCl_2$, Na_2S и $(NH_4)_2S$ желтым не отличаются от реакций с этими веществами закисного хлористого олова, описываемыми в курсах аналитической химии. В отдельном опыте фильтрат был выпарен не до объема 23 см³, как в первом случае, а до объема 46 см³. При помещении пробирки с жидким выпаренным фильтратом в жидкий воздух из него выделяются мелкие светложелтые кристаллы.

Окисное роданистое соединение олова

4 см³ безводного жидкого $SnCl_4$ растворяются в 40 см³ этилового спирта и к этому раствору добавляется раствор 13.6 г. KCNS в 160 см³ спирта. В осадок выпадает KCl. Количество сухого KCl равно приблизительно 50 г; теоретическое количество KCl по реакции $SnCl_4 + 4\,KNS = 4\,KCl + Sn(CNS)_4$ соответствует 52.2 г. Фильтрат был помещен в колбу с клапаном Бунзена и термометром. Выпаривание было произведено до объема приблизительно 15 см³.

Таблица 3 — Table 3

11 h. 18 min.	82° C	11 h. 58 min.	84° C
11 „ 23 „	82 „	12 „ 01 „	85.5 „
11 „ 28 „	82 „	12 „ 02 „	86 „
11 „ 33 „	82 „	12 „ 03 „	88 „
11 „ 38 „	82 „	12 „ 04 „	90 „
11 „ 43 „	82 „	12 „ 05 „	92 „
11 „ 48 „	82 „	12 „ 06 „	95 „
11 „ 53 „	83 „		

Ход изменения температуры при выпаривании с течением времени представлен в табл. 3. Начиная с температуры 86° число пузырьков значительно уменьшается, и температура начинает повышаться быстрыми темпами, что наводит на мысль о прочной связи в конце выпаривания

растворителя и растворенного вещества. Нужно заметить, что выпаривание удалось провести без разложения жидкости только потому, что термометр, служивший для измерения температуры, был здесь также обернут стеклянной ватой. Полученная в результате выпаривания жидкость имеет удельный вес приблизительно 1.16. При помещении пробирки с выпаренным фильтратом в жидкий воздух он застывает в большие прозрачные желтоватого цвета кристаллы, между тем как чистый спирт застывает, как известно, в однородную аморфную массу. При длительном стоянии выпаренного фильтрата из него выпадает светло-желтый некристаллического вида осадок, причем увеличение количества этого осадка происходит чрезвычайно медленно. Анализ выпаренного фильтрата после отделения его вторичным фильтрованием от образовавшегося в нем упомянутого желтого осадка производился электролизом в щавелевокислом растворе так, как это было описано выше, для определения олова и осаждением посредством $AgNO_3$ для определения группы CNS. Определение содержания группы CNS иодометрическим способом дало результаты, не сильно отличающиеся от результатов определения содержания группы CNS титрованием посредством $AgNO_3$. Данные анализа следующие (см. табл. 4).

Таблица 4 — Table 4

Навеска 1. 4398 г — Weight taken 4398 g

Химическая формула Chemical formula	Вычислено Calculated	Найдено Found
$Sn(CNS)_4(C_2H_5OH)_9$ . .		
Sn	15.51%	15.56%
CNS	30.35%	31.17%
C_2H_5OH	54.64%	53.27% (по разности — from the difference)

Выше уже упоминалось, что по мере стояния выпаренного фильтрата из него выделяется желтый некристаллический осадок. Выпадение такого осадка можно объяснить реакцией гидролиза по уравнению такого типа:

$$Sn(CNS)_4 . (C_2H_5OH)_9 + C_2H_5OH = \underset{\text{осадок}}{Sn(CNS)_3 . OH (C_2H_5OH)_9} + C_2H_5CNS$$

и т. д.

В результате протекания подобной реакции в оставшейся жидкости будет происходит относительное увеличение содержания CNS при параллельном относительном уменьшении содержания Sn и C_2H_5OH. На основании данных анализа представляется, таким образом, весьма вероятной формула вещества, находящегося в жидком выпаренном фильтрате, в следующем виде: $Sn(CNS)_4 (C_2H_5OH)_9$. В отфильтрованный перед анализом осадок должен был почти целиком перейти $SnCl_4$, взятый первоначально для образования $Sn(CNS)_4$. Специальный опыт добавки концентрированного спиртового раствора $SnCl_4$ к нашему раствору $Sn(CNS)_4$ и анализ образовавшегося при этом осадка показали, что в осадке содержание CNS весьма невелико. Некоторое количество свободного KCNS также должно было перейти в осадок.

Количество оставшегося в растворе KCl можно было игнорировать. Таким образом есть основания считать, что выделенное нами соединение $Sn(CNS)_4(C_2H_5OH)_9$ не было сильно загрязнено посторонними примесями. При нагревании в узкой стеклянной трубке этого вещества происходит его разложение с последующим образованием оловянного зеркала на трубке. Качественные реакции при сливании спиртового раствора окисной

роданистой соли олова с разведенными водными растворами HCl, NaOHi, KOH, Na_2CO_3, K_2CO_3, NH_4OH, Na_2S и $(NH_4)_2S$ желтым не отличаются от реакций с этими веществами четыреххлористого олова, описываемых в курсах аналитической химии.

Акад. В. А. Кистяковскому выражаю благодарность за советы и указания, имевшие место в процессе выполнения настоящего исследования.

Коллоидо-электрохимическая лаборатория
Академии Наук СССР. Ленинград.

Поступило
4 VI 1934

CHEMISTRY

METHODS OF OBTAINING AND INVESTIGATINN STANNIC AND STANNOUS SULPHOCYANIDES

By I. KROTOV

(Communicated by V. Kistjakovskij, Member of the Academy, 4. VI. 1934)

V. Kistjakovskij, Member of the Academy suggested that I should obtain and investigate the sulphocyanide compounds of tin that may be utilized in preparing baths for the electro-deposition of different alloys of tin. In such literature on the subject as was obtainable I failed to discover any information on the methods of producing sulphocyanide compounde of tin. I therefore used the following methods in obtaining stannic and stannous sulphocyanides.

STANNOUS SULOHPCYANIDE

10 g of crystalline stannous chloride ($SnCl_2 \cdot 2H_2O$) are dissolved in 100 cm^3 of ethyl alcohol, with the addition to this solution of 8.5 g of potassium sulphocyanide (KCNS) dissolved in 100 cm^3 of ethyl alcohol. As a result a white precipitate of potassium chloride separates out, the latter being nearly insoluble in ethyl alcohol. The potassium chloride having been filtered off a solution of stannous sulphocyanide remains in the filtrate. After the drying of the KCl precipitate, its quantity (5.8 g) proved nearly equal to the theoretical quantity of 6.5 g, in accordance with the equation: $SnCl_2\ 2H_2O + 2\ KCNS = 2\ KCl + Sn(CNS)_2 + 2H_2O$.

The filtrate was placed in a flask provided with a thermometer and also with a Bunsen valve to prevent the entrance of oxygen from the air into the interior of the flask. The filtrate was then evaporated down to about 23 cm^3.

The successive changes of temperature during the evaporation process of the solution are seen in table 1 (p. 603). The table means that at the very end of the evaporation there was an abrupt rise of temperature; this shows that the substance dissolved in the alcohol has a firm bond with the solvent at the end of the evaporation. After cooling to room temperature, an abundant yellowish crystalline precipitate separated out in 24 hours. It is to be noted that if in this case the process of evaporation was unaccompanied by the decomposition of the solution., this was solely due to the thermometer having been packed in glass cotton, which caused a violent boiling of the whole liquid, thus preventing its decomposition. The crystals were pressed out by meams of filter paper and were found to be coloured a mild yellow. It could be assumed that no stannous chloride was contained in the crystalline preclpitate, as such small quantity of it as was remaining in the solution after the reaction between. $SnCl_2\ 2H_2O$ and KCNS remained

there also after evaporation; as to the KCl, it had been separated out into the precipitate before the evaporation, and some admixture of KCNS in the crystalline precipitate was to be expected.

The tin content of the crystals was determined by electrolysis in a solution of oxalic acid. 15 g of KOH was dissolved in 100 cm^3 of water, 0.2 g of crystalline precipitate and a small quantity of perhydrol being added thereto. Another 15 g of hard oxalic acid were being added for the space of 5 to 10 minutes after boiling. The boiling continued 10 minutes longer. The hot solution was diluted by water to 175 cm^3 and was electrolyzed for about 3 hours by a 1.75 A and 4 V cureut by means of a Winkler platinum wire net cathode and a spiral anode. The cathode together with the precipitate of tin, is washed in water and in alcohol, dried in an exsiccator and weighed. The iodometric determination of the CNS group was carried out after Tiel's method (see Treadwell, Course of Analytical Chemistry). A determination of the CNS group by titration by means of an $AgNO_3$ solution would not given in this case any acceptable results, since the reaction between the stannous sulphocyanide and the silver nitrate did not appear to proceed to the end. In the iodometric method, however, most of the tin is precipitated in the solution before titration by acid sodium carbonate.

An analysis of the above-mentioned crystalline precipitate has given the following results (see table 2, p. 604).

The heating of this substance in a thin glass tube causes its decomposition with a violent change in colour. As a result, glass of tin forms on the tube. When briuginh together the alcohol solution of stannous sulphocyanide and the dilute aqueous solutions of HCl HaOH, KOH, Na_2CO_3, K_2CO_3, NH_4OH, $HgCl_2$, Na_2S and of yellow $(NH_4)_2S$, the qualitative reactions do not differ from those between these substances and stannous chloride (a description of these reactions may be found in text-books of analytical chemistry). A separate experiment was made where the filtrate was evaporated to 46 cm^3 and not to 23 cm^3, as in the first case. If a test tube with the evaporated liquid filtrate is placed in liquid air, small light-yellow crystals separate out of it.

STANNIC SULPHOCYANIDE

4 cm^3 of liquid $SnCl_4$ anhydrate is dissolved in 40 cm^3 of ethyl alcohol, and a solution of 13.6 g KCNS in 160 cm^3 alcohol, is added thereto. This gives a precipitate containing KCl. The quantity of dry KCl is about 50 g; the theoretical quantity of KCl, according to the reaction:

$$SnCl_4 + 4\ KCNS = 4\ KCl + Sn(CNS)_4$$

corresponds to 52.2 g. The filtrate was placed in a flask with a thermometer and a Bunsen valve. Evaporation was carried on to the extent of about 15 cm^3.

The change of temperature during the process of evaporation is shown in table 3 (see p. 604). From the temperature of 86° upwards the number of bubbles decreases considerably, and the temperature begins to rise. This would suggest the idea that towards the end of the evaporation there develops a firm bond between the solvent and the dissolved substance. It should be noted that if the writer succeeded in carrying out the evaporation without the decomposition of the liquid, this was solely due to the fact that the thermo meter used to measure the temperature had been

carefully packed in glass cotton. The liquid obtained by evaporation has a specific gravity of about 1.16. When placing a test tube with the evaporated filtrate in liquid air, it freezes into big transparent yellowish crystals, whereas pure alcohol is known to freeze into a homogeneous amorphous mass. After prolonged standing, a non-crystalline light yellow precipitate separates out of the evaporated filtrate, the quantity of the precipitate increasing at an exceedingly slow rate. A second filtration separated the evaporated filtrate from the above-mentioned yellow precipitate formed therein, and an analysis of that filtrate was carried out by electrolysis in a solution of oxalic acid, as described above, for the determination of tin, and by precipitation by means of $AgNO_3$ for the determination of the CNS group. The results yielded by the iodometric method used in determining the CNS group do not differ very widely from those obtained in determining the content of that same group by titration with $AgNO_3$. The data of the analysis are as follows (see table 4, p. 605).

As mentioned above, a non-crystalline yellow precipitate separates out of the evaporated filtrate if left standing. The separation of such a precipitate can be accounted for by a hydrolysis reaction according to an equation of the following type:

$$SN(CNS)_4 \cdot (C_2H_5CH)_9 + C_2H_5OH = \underset{\text{Precipitate}}{Sn(CNS)_3 \cdot OH(C_2H_5OH)_9} + C_2H_5CNS,$$

and so on.

Such a reaction will result in a relative increase of the CNS content in the remaining liquid, together with a relative decrease of the content of both Sn and C_2H_5OH. We may thus conclude from the data of the analysis that the substance contained in the evaporated liquid filtrate can be most suitably expressed by the following formula:

$$Sn(CNS)_4\ (C_2H_5OH)_9.$$

Nearly the whole of the $SnCl_4$ originally taken for producing $Sn(CNS)_4$ must have passed into the precipitate that had been filtered previous to the analysis. A special experiment, where a concentrated alcohol solution of $SnCl_4$ was added to our $Sn(CNS)_4$ solution, and an analysis of the precipitate so obtained have shown that the CNS content in the precipitate is very low. Some quantity of the free KCNS must also have passed into the precipitate.

There was no need to take into account the quantity of KCl remaining in the solution. It therefore seems very likely that the $Sn(CNS)_4$ $(C_2H_5OH)_9$ compound separated by us did not contain a large amount of extraneous admixtures. This substance being heated in a thin glass tube, its decomposition occurs with the subsequent formation of tin glass on the tube. When conjoining the alcohol solution of stannic sulphocyanide and dilute aqueous solutions of HCl, NaOH, KOH, Na_2CO_3, K_2CO_3, NH_4OH, Na_2S and yellow $(NH_4)_2S$, the qualitative reactions do not differ from those between these substances and stannic chloride (described in text-books of analytical chemistry).

I wish to thank V. Kistjakovskij, Member of the Academy of the USSR, for the information and advice kindly imparted by him in the course of this investigation.

Colloido-Electrochemical Laboratory
of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received
4. VI. 1934.

И. Н. НАЗАРОВ

РАСЩЕПЛЕНИЕ ДИ-ТРЕТ. АЛКИЛКАРБИНОЛОВ ПРИ ДЕГИДРАТАЦИИ

ДЕГИДРАТАЦИЯ ТРЕТ. БУТИЛ-ТРЕТ. АМИЛ- И ТРЕТ. БУТИЛ-ТРЕТ. ГЕКСИЛКАРБИНОЛОВ

(*Представлено академиком А. Е. Фаворским 28 VI 1934*)

Уитмор и Стали (1) впервые показали, что при дегидратации ди-трет. бутилкарбинола последний расщепляется на триметилэтилен и изобутилен. В предыдущей нашей работе (2) мы исследовали дегидратацию (щавелевой кислотой) двух изомерных трет. бутил-трет. гептилкарбинолов следующего строения:

$$(CH_3)_3CCHOH\,C(C_2H_5)_3 \quad \text{и} \quad (CH_3)_3CCHOHC(CH_3)_2C(CH_3)_3$$

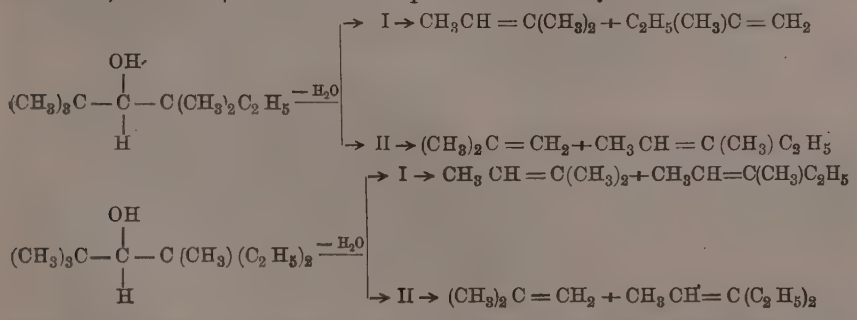
и нашли, что первый из них расщепляется при этом по месту связи трет. гептила на триметилэтилен и α-метил-β_1 β-диэтилэтилен, в то время как второй дает лишь нормальные продукты дегидратации (додекены).

Расщепление ди-трет. алкилкарбинолов при дегидратации связано, повидимому, как мы отметили еще в предыдущей работе, с рыхлостью связи трет. алкилов, с их особой склонностью к разрыву и диссоциации.

В настоящей работе мы исследовали дегидратацию с помощью 1-бромнафталинсульфокислоты (4) двух ди-трет. алкилкарбинолов, имеющих следующее строение:

$$(CH_3)_3CCHOHC(CH_3)_2C_2H_5 \quad \text{и} \quad (CH_3)_3CCHOHC(CH_3)(C_2H_5)_2,$$

и нашли, что они расщепляются при этом по следующим схемам:



При дегидратации первого карбинола было уловлено около 42% теоретического количества триметилэтилена вместе с изомерным несимметричным метилэтилэтиленом (направление I), в то время как $\alpha_1\beta$-диметил-β-этилэтилена было выделено всего лишь около 22% (направление II). При дегидратации второго карбинола было получено около 50% теоретического количества триметилэтилена и α_1 β-диметил-β-этилэтилена и всего лишь около 18% α-метил-β_1 β-диэтилэтилена. Таким образом, расщепление карбинолов в первом случае преимущественно происходит по месту связи трет. амила, во втором трет. гексила. Разрыв по месту связи трет. бутила, как в том, так и в другом случае, происходит в значительно меньшем размере. Остальное количество карбинола уходит на образование смесей вышекипящих углеводородов.

Под влиянием дегидратирующего реагента расщепляются не только вышеотмеченные карбинолы, но также децены и ундецены, полученные

из них нормальной дегидратацией при более мягких условиях. При этом образуются одни и те же продукты. Поэтому, первой стадией процесса дегидратации, повидимому, является отщепление воды от карбинола с одновременной перегруппировкой фрагмента в смесь олефинов.

После этого олефины расщепляются по месту связи трет. алкилов с образованием конечных продуктов дегидратации.

Что связь трет. радикалов в действительности является непрочной, склонной к разрыву и диссоциации, демонстрируется кроме общеизвестных фактов диссоциации гексазамещенных этанов в свободные радикалы также и следующими фактами: 1) разрушение хлорсульфалкилов[3] по уравнению $ROSOCl \rightarrow RCl + SO_2$ и изомеризация феноловых эфиров[4] в замещенные фенолы $C_6H_5OR \rightarrow RC_6H_4OH$ происходят наиболее легко в тех случаях, когда R = трет. алкилу, и наконец 2) поразительно легкая способность трет. алкиланилинов к гидролизу[5] также, повидимому, объясняется рыхлостью их связей.

На ряду с этими фактами наши работы с металлкетилами[6] показали, что трет. алкилы, в то же время, оказывают наибольшее влияние на диссоциацию в свободные радикалы по сравнению с первичными и вторичными алкилами, т. е. трет. алкилы, обладая повышенной способностью насыщать сродство соседнего углерода, одновременно несут с собой и наиболее рыхлую связь. Особенно ярко это свойство проявляется в трет. гептиле $(C_2H_5)_3C$.

Замечательной аналогией к этому положению являются свойства пентафенилэтила Шленка. Этот радикал существует, как известно, целиком в мономерной форме, и в нем наглядно проявляются как легкая способность трифенилметила к диссоциации, с одной стороны, так и сильная способность его насыщать сродство соседнего углерода — с другой. Эти свойства и были выражены в свое время Шленком в следующей форме пентафенилэтила:

$$(C_6H_5)_3C — — C(C_6H_5)_2.$$

Все эти данные приводят к убеждению, что силы сродства трет. радикалов не являются локализированными при одном центральном углеродном атоме, а что в химической связи трет. радикалов принимают участие и заместители, находящиеся при трет. углероде.

Описание опытов

Трет. бутил-трет. амил- и трет. бутил-трет. гексилкетоны готовились метилированием и этилированием пинаколина с помощью иодистых алкилов и амида натрия. Первый кетон, приготовленный ранее Галлером и Бауером, имел т. к. 172—177°; второй был приготовлен впервые и имел следующие константы: т. к. 193—198°; d_4^{20} 0.8497; n_D^{17} 1.42985; % C найд. 76.93, выч. 77.53; % H найд. 13.11, выч. 12.94.

Восстановление этих кетонов в карбинолы производилось с помощью металлического натрия в абсолютном этиловом алкоголе. Трет. бутил-трет. амилкарбинол уже был известен раньше и имел т. к. 186—190°. Трет. бутил-трет. гексилкарбинол не был получен до сих пор и имел следующие константы: т. к. 206—211°; d_4^{15} 0.8680; n_D^{17} 1.44576; % C найд. 76.38, выч. 76.74; % H найд. 14.08, выч. 13.95.

Дегидратация трет. бутил-трет. амилкарбинола. В колбе, соединенной с дефлегматором, было взято 30 г карбинола и 1.2 г 1-бром-

нафталинсульфокислоты (4)*. Отводная трубка дефлегматора соединялась с холодильником, через который была пущена сильная струя холодной воды. Приемник погружался в охладительную смесь льда и соли, а отводная трубка форштосса соединялась с газометром.

Колба постепенно нагревалась на сплаве Вуда. При температуре сплава в 150° масса закипела с выделением воды, а при 170—180° начала отгоняться вода при 90—100°. После удаления воды температура перегонки постепенно упала до 45—60°, и начинало выделяться небольшое количество газов. Под конец опыта приемник менялся, и остаток перегонялся в вакууме. В результате фракционировки углеводородов были получены следующие фракции:

1.	27—30° — несимметричный метилэтилэтилен (?) . . .	3 г
2.	36—40° — триметилэтилен	8 г
3.	65—71° — $\alpha_1\beta$-диметил-β-этилэтилен	3.5 г
4.	70—190° — при 73 мм	6 г
	Газов было собрано всего	250 см³

Из триметилэтилена был получен нитрозохлорид, который плавился при 72° (по литературным данным его т. к. 38°, нитрозохлорид плавится при 74°). Константы $\alpha_1\beta$-диметил-β-этилэтилена были найдены следующие: d_4^{15} 0.6984; n_D^{17} 1.39439; молекулярный вес найд. 83, выч. для C_6H_{12} 84. (по литературным данным его т. к. 68° d_4^{19} 0.698).

Этот карбинол был дегидратирован также с безводной щавелевой кислотой, при этом наряду с его расщеплением большая часть карбинола подвергается нормальной дегидратации, давая децены с т. к. 142—155°. Так например, в одном опыте из 30 г карбинола и 25 г щавелевой кислоты было получено 1.5 г триметилэтилена и 16 г деценов. Дегидратация происходила при 150—160°.

Расщепление деценов. 13 г деценов и 0.3 г 1-бромнафталинсульфокислоты (4) нагревались, как и при дегидратации карбинола, на сплаве Вуда. Расщепление началось при температуре сплава в 150°, углеводороды перегонялись при 38—53°.

В результате фракционировки их было получено: 5 г триметилэтилена с т. к. 28—40° и 2.5 г фракции с т. к. 50—70°, состоящей главным образом из $\alpha_1\beta$-диметил-β-этилэтилена.

Дегидратация трет. бутил-трет. гексилкарбинола производилась в тех же условиях, как и предыдущий карбинол. Из 55 г спирта и 2.3 г 1-бромнафталинсульфокислоты (4) было получено: смеси триметилэтилена и $\alpha_1\beta$-диметил-β-этилэтилена с т. к. 28—70° — 24 г; α-метил-$\beta_1\beta$-диэтилэтилена с т. к. 90—100° — 6 г; вышекипящих углеводородов — 8 г; газов было уловлено 350 см³.

Дегидратация этого карбинола происходила при температуре 160—175°, перегонка углеводородов, после удаления воды, при 45—100°.

Константы $\alpha_1\beta$-диметил-β-этилэтилена, выделенного из продуктов этого опыта, были найдены следующие: d_4^{15} 0.7008; n_D^{17} 1.39586; молекулярный вес найд. 88, выч. для C_6H_{12} 84.

Константы α-метил-$\beta_1\beta$-диэтилэтилена с т. к. 95—98° были найдены: d_4^{15} 0.7213; n_D^{17} 1.40777; молекулярный вес найд. 102, выч. для C_7H_{14} 98 (по литературным данным его т. к. 97 — 98°; d_4^{15} 0.7254; n_D^{20} 1.4142).

Лаборатория органической химии
Химического института при
Ленинградском государственном университете.

Поступило
28 VI 1934.

* Эта кислота была приготовлена действием хлорсульфокислоты на α-бромнафталин в растворе сероуглерода.

SPLITTING OF DI-TERTIARY ALKYLCARBINOLS BY DEHYDRATION

THE DEHYDRATION OF TERTIARY BUTYL-TERTIARY AMYL- AND TERTIARY BUTYL-TERTIARY HEXYLCARBINOLS

By I. NAZAROV

(*Communicated by A. Favorskij, Member of the Academy, 28. VI. 1934*)

Whitmore and Sthaly (1) were the first to show that during the dehydration of di-tertiary butylcarbinol, the latter splits into trimethylethylene and isobutylene. In our preceding work (2) we investigated the dehydration (by oxalic acid) of two isomeric tertiary butyl-tertiary heptylcarbinols of the following structure:

$$(CH_3)_3\,CCHOHC\,(C_2\,H_5)_3 \quad \text{and} \quad (CH_3)_3\,CCHOHC\,(CH_3)_2\,C\,(CH_3)_3$$

and found that the former splits at the bond of tertiary heptyl into trimethylethylene and α-methyl-$\beta_1\beta$-diethylethylene, whereas the second gives only normal products of dehydration (dodecenes).

The splitting of di-tertiary alkylcarbinols during dehydration is apparently connected, as we pointed out in our previous wor' , with the looseness of the bond of the tertiary alkyls, with their peculiar tendency to break up and dissociate. In the present work we investigated the dehydration by means of 1-bromo-naphthaline-sulpho-acid (4) of two di-tertiary alkylcarbinols having the following structure.

$$(CH_3)_3\,CCHOHC\,(CH_3)_2\,C_2\,H_5 \quad \text{and} \quad (CH_3)_3\,CCHOHC\,(CH_3)\,(C_2\,H_5)_2$$

and found that they split according to the following diagram:

$$(CH_3)_3\,C-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}}-C\,(CH_3)_2\,C_2\,H_5 \xrightarrow{-H_2O} \begin{cases} \rightarrow\ I \rightarrow CH_3\,CH=(CH_3)_2 + C_2H_5(CH_3)C=CH_2 \\ \rightarrow\ II \rightarrow (CH_3)_2\,C=CH_2 + CH_3\,CH=C\,(CH_3)\,C_2H_5 \end{cases}$$

$$(CH_3)_3\,C-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}}-C\,(CH_3)(C_2\,H_5)_2 \xrightarrow{-H_2O} \begin{cases} \rightarrow\ I \rightarrow CH_3\,CH=C(CH_3)_2 + CH_3\,CH=C(CH_3)C_2H^5 \\ \rightarrow\ II \rightarrow (CH_3)_2\,C=CH_2 + CH_3\,CH=C\,(C_2\,H_5)_2 \end{cases}$$

During the dehydration of the first carbinol about 43 per cent of the theoretical quantity of trimethylethylene was caught together with isomeric non-symmetrical methylethylethylene (direction I), while only 22 per cent of $\alpha_1\beta$ dimethyl-β-ethylethylene was separated out (direction II).

During the dehydration of the second carbinol about 50 per cent of the theoretical quantity of trimethylethylene and $\alpha_1\beta$-dimethyl-β-ethylethylene and only 18 per cent of α-methyl-$\beta_1\beta$-diethylethylene were obtained. Thus the splitting of carbinols in the first case proceeds primarily at the bond of tertiary amyl, in the second case at the bond of tertiary hexyl.

The break at the bond of tertiary butyl in both cases occurs to a much less degree. The remaining quantity of carbinol goes to form a mixture

of hydrocarbons with higher boiling points. Under the influence of a dehydrating reagent, not only the above-mentioned carbinols, but also the decenes and undecenes obtained from them by normal dehydration under milder conditions, split up. The same products are found in the reaction.

Therefore, the first stage in the process of dehydration is apparently the splitting off of water from carbinol with the simultaneous regrouping of the fragment into a mixture of olefines.

After this the olefines split at the bond of the tertiary alkyls with the formation of the end products of dehydration. That the bond of the tertiary radicals is actually unstable and tends to break up and dissociate is shown not only by the generally known facts of dissociation of hexa-substituted ethanes into free radicals, but also by the following facts: 1) the decomposition of chlorsulphalkyls ([3]) according to the equation $ROSOCl \rightarrow RCl + SO_2$ and the isomerization of phenol ethers ([4]) into substituted phenols, $C_6H_5OR \rightarrow RC_6H_4OH$, proceeds most easily in those cases where R = tertiary alkyl; and finally, 2) the striking susceptibility of tertiary alkylanilines to hydrolysis ([5]) is also explained, apparently, by the loosenes of their bonds.

Besides these facts, our work with metalketyls ([6]) has shown that tertiary alkyls at the same time have a greater influence on the dissociation into free radicals than primary and secondary alkyls, i. e., tertiary alkyls, possessing a higher capacity for saturating the affinity of the adjoining carbon, simultaneously carry the loosest bond. This property is manifested most clearly in tertiary heptyl $(C_2H_5)_3C$. A remarkable analogy to this situation is presented by the properties of Schlenk's pentaphenylethyl. This radical exists, as is known, completely in the monomeric form, and both the facility of triphenylmethyl to dissociate, on the one hand, and its great capacity to saturate the affinity of the adjoining carbon, on the other hand, are graphically manifested in it. These properties were also once expressed by Schlenk in the following formula of a pentaphenylethyl:

$$(C_6H_5)_3C — — C(C_6H_5)_2.$$

All these data lead to the conviction that the forces of affinity of the tertiary radicals are not localized about one central carbon atom and that substitutes attached to tertiary carbon also take part in the chemical bond of tertiary radicals.

Description of the Experiments

Tertiary butyl-tertiary amyl and tertiary butyl-tertiary hexylketones were prepared by methylating and ethylating pinacoline by means of alkyl iodides and sodium amide. The first ketone, previously prepared by Haller and Bauer, had a boiling point of 172—177°; the second, which had never been obtained before, had the following constants: b. p. 193—198°, d_4^{20} 0.8497; n_d^{17} 1.42985; % C found 76.93, calculated 77.53; % H found 13.11, calculated 12.94. The reduction of these ketones to carbinols was conducted with the aid of metallic sodium in absolute ethyl alcohol. The tertiary butyl-tertiary amylcarbinol, already known before, had a boiling point of 186—190°. The tertiary butyl-tertiary hexylcarbinol, which had not been obtained up to now, has the following constants: b. p. 206—211°; d_4^{15} 0.8680; n_D^{17} 1.44576; % C found 76.38, calculated 76.74; % H found 14.08, calculated 13.95.

Dehydration of Tertiary Butyl-Tertiary Amylcarbinol. 30 g of carbinol and 1.2 g of 1-bromo-naphthaline-sulpho-acid (4)* were placed in a flask connected with a deflegmator. The delivery tube of the deflegmator was joined to a cooler through which a strong current of cold water was passed. The receiver was immersed in a cooling mixture of ice and salt, while the delivery tube of the deflegmator was connected with a gasometer.

The flask was gradually heated on Wood's metal. At the temperature of 150° the mass began to boil with the separation of water, and at 170 to 180° water began to distill off at 90—100°. After the removal of the water the temperature of distillation gradually fell to 45—60°, and a small amount of gas began to come off.

Toward the end of the experiment the receiver was changed, and the residue was distilled in a vacuum.

As a result of the fractional distillation of the hydrocarbons, the following fractions were obtained:

1.	27— 30° — non-symmetrical methylethylethylene (?)	3 g
2.	36— 40° — trimethylethylene	8 g
3.	65— 71° — $\alpha_1\beta$-dimethyl-β-ethylethylene	3.5 g
4.	70—190° — at 73 mm	6 g
	Total amount of gases collected	250 cm³

From trimethylethylene nitrosochloride was obtained. This melted at 72° (according to literary data its b. p. is 38°, nitrosochloride melts at 74°).

The following constants for $\alpha_1\beta$-dimethyl-β-ethylethylene were obtained: d_4^{15} 0.6984; n_D^{17} 1.39439; molecular weight found 83, calculated for C_6H_{12} 84 (according to the literature its b. p. is 68°, d_4^{19} 0.698).

This carbinol was dehydrated also with dry oxalic acid. Together with its splitting, large portion of the carbinol was subjected to normal dehydration giving decenes with b. p. 142—155°. Thus, for example, in one experiment out of 30 g of carbinol and 25 g of oxalic acid, 1.5 g of trimethylethylene and 16 g of decenes were obtained. Dehydration proceeded at 150—160°.

Splitting of Decenes. 13 g of decenes and 0.3 g of 1-bromo-naphthaline-sulpho-acid (4) were heated, in the same way as in the dehydration of the carbinol, on Wood's metal. Splitting began at a temperature of 150°, the hydrocarbons distilled off at 38—53°.

As a result of their fractional distillation the following were obtained: trimethylethylene with b. p 28—40° — 5 g and a fraction with b. p. 50 — 70° consisting chiefly of $\alpha_1\beta$-dimethyl-β-ethylethylene — 2.5 g.

Dehydration of Tertiary Butyl-Tertiary Hexyl Carbinols. This was conducted under the same conditions as that of the preceding carbinol. Out of 55 g of alcohol and 2.3 g of 1-bromo-naphthaline-sulpho-acid (4) were obtained: a mixture of trimethylethylene and $\alpha_1\beta$-dimethyl-β-ethylethylene with b. p. 28—70° — 24 g, α-methyl $\beta_1\beta$-dimethylethylene with b. p. 90—100° — 6 g, higher-boiling hydrocarbons — 8 g, 350 cm³ of gases.

The dehydration of this carbinol proceeded at a temperature of 160 to 175°, and the distillation of hydrocarbons after the removal of water at 45—100°.

* This acid was prepared by the action of chlor-sulpho-acid on α-bromo-naphthaline in a solution of carbon disulphide.

The constants of $\alpha_1\beta$-dimethyl-β-ethylethylene, separated from the products of this experiment, were found to be the following: d_4^{15} 0.7008; n_D^{17} 1.39586; molecular weigh tfound — 88, calculated for C_6H_{12} — 84.

The constants of α-methyl-$\beta_1\beta$ diethylethylene with b. p. 95—98° were found to be: d_4^{15} 0.7213; n_D^{17} 1.40777; molecular weight found — 102, calculated for C_7H_{14} — 98 (according to the literature, its b. p. is 97—98°; d_4^{15}, 0.7254; n_D^{10}, 1.4142).

Chemical Institute
of the Leningrad State University.

Received
28. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] J. Am. Ch. Soc., 55, 4153 (1933). [2] ДАН, т. II, № 2, стр. 82, (1934). C. R. Acad. Sci. URSS, v. II, № 2, p. 85, (1934). [3] Carrè. Bl., 53—54, 1050 и 1075 (1933). [4] Smith. J. Am. Ch. Soc., 55, 3718 (1933). [5] W. I. Hickinbotom. Soc., 1070 (1933). [6] А. Е. Фаворский и И. Н. Назаров. Bl. [5], 1,46 (1934); ИМЕН, 1309 (1933). — И. Назаров. ДАН, т. I, № 3, стр. 123 и № 6, стр. 325 (1934). I. Nazarov. C. R. Acad. Sci. URSS, v. I, № 3, p. 125 and № 6, p. 329 (1934).

ХИМИЯ

А. И. БРОДСКИЙ, В. А. АЛЕКСАНДРОВИЧ, М. М. СЛУЦКАЯ и М. К. ШЕЛУДЬКО*

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ

(*Представлено академиком Л. В. Писаржевским 9 VII 1934*)

Большой интерес к тяжелой воде в разных научных кругах побудил нас описать примененную нами методику ее концентрирования. Будучи в принципе сходной с той, которая была опубликована в американских работах ([1]), она отличается некоторыми существенными деталями, упрощающими процесс.

В поисках предварительно обогащенного сырья, мы исследовали электролит от большой аккумуляторной батареи, работавшей 7 лет без смены кислоты, но не нашли в ней достоверных признаков повышенного содержания тяжелой воды. Так как другого подходящего сырья в нашем распоряжении не было, то мы исходили из обыкновенной водопроводной речной воды (реки Днепра).

Содержание тяжелой воды определялось интерферометрическим путем ([2]). Этот способ точен, дает быстрые результаты и позволяет определять содержание тяжелой воды и его изменения в разбавленных растворах с точностью до 0.005% и с несколько меньшей (в зависимости от количества анализируемой пробы) в более концентрированных. Для приблизительного определения при больших концентрациях достаточно 0.2 см³ жидкости (кюветка с клином). Для концентрированных растворов удобнее и точнее применение рефрактометра Пульфриха, требующего лишь 0.2—0.3 см³ жидкости. Эти методы имеют все преимущества перед денсиметрическим, которым обычно пользуются.

Предварительные опыты обогащения воды велись нами в лабораторных условиях в небольших размерах. Собрав часть полученного при этом электролита, мы еще в начале июня с. г. довели концентрацию D_2O в нем до 6.3%, но его получилось настолько мало, что дальнейшее кон-

* При ближайшем участии А. А. Афанасьева и Е. С. Пузенкина.

центрирование было невозможным. После этих предварительных опытов была монтирована на местной электростанции установка из 220 стеклянных цилиндров емкостью по 300 см³, собранных в четыре агрегата в ящиках с наружным охлаждением проточной водой. Такое охлаждение обеспечивало подходящий температурный режим при электролизе током в 10—12 А. Два агрегата были снабжены железными электродами с 3—4% техническим КОН в качестве электролита, а оба остальных — свинцовыми электродами с 2—4% серной кислотой. Во время электролиза, по мере понижения уровня в цилиндрах, содержимое нескольких из них соединялось, так что уровень электролита не опускался ниже $^1/_2$—$^1/_3$ высоты цилиндров. После концентрирования в 8-й — 12-й раз, электролит нейтрализовался и отгонялся. Примерно $^1/_{10}$ часть его прибавлялась без предварительной нейтрализации к отгону, что позволяло не вводить в цикл свежей щелочи или кислоты при каждом электролизе. Кислые растворы нейтрализовались безводным K_2CO_3, а щелочные — угольным ангидридом под небольшим давлением в железных трубах с распылителями и наружным охлаждением водяной муфтой. В первых стадиях нейтрализация производилась иногда концентрированной серной кислотой. Разбавление „легкой“ водой при этом мало существенно. В дальнейшем нейтрализация будет производиться смешиванием кислого и щелочного электролитов с приблизительно равной степенью обогащения.

Начиная с третьей стадии, дальнейшее концентрирование велось исключительно в кислых растворах, сначала в цилиндрах со свинцовыми электродами, а затем в кварцевых пробирках с платиновыми электродами.

Железные электроды дают значительное распыление, но осадок легко отфильтровывается. Применение свинцовых электродов требует частого удаления выкрашивающегося свинца, ведущего к коротким замыканиям.

Попытка заменить КОН более доступным техническим NaOH не увенчалась успехом. Это вело к ухудшению режима электролиза и отгонки. При этом оказалось, что после нейтрализации растворов NaOH, подвергнутых обогащению, первые порции отгона были почти не обогащенными, и лишь последние, состоящие главным образом из кристаллизационной воды сернокислого натрия, дали то же обогащение, как весь электролит при нейтрализации угольным ангидридом, или как растворы КОН при нейтрализации той же серной кислотой. Предполагая, что это явление зависит от разделения изотопов при образовании кристаллогидрата, мы растворили безводный Na_2SO_4 в утяжеленной воде (0.1% D_2O), но разные порции отгона дали одно и то же содержание D_2O, равное первоначальному. Причины указанного явления нуждаются, таким образом, в дополнительном изучении.

При полной нагрузке нашей установки, в ней разлагаются около 20 л воды в сутки с затратой около 150 kW/час. Первое концентрирование дает воду с содержанием в 0.1% D_2O, дальнейшие стадии удовлетворительно передаются зависимостью:

$$\log x - \alpha \log (100-x) = \log x_0 - \alpha \log (100-x_0) + (1-\alpha) \log n \quad [1]$$

с коэфициентом разделения $\alpha = {}^1/_5$—$^1/_4$ в согласии с литературными данными ([3]). Эта зависимость легко получается интегрированием дифференциально уравнения Льюиса:

$$d \log D = \alpha \log d H$$

(x_0 и x — начальное и конечное содержание D_2O в молярных процентах, n — степень обогащения по весу, а D и H — содержание обоих изотопов водорода в молях). При концентрациях не свыше 20—30% достаточно точным является пользование приближением:

$$\frac{x}{x_0} = n^{1-\alpha}$$

Вещество электролита и электрода не влияло заметно на степень разделения. За полтора месяца нами был закончен один цикл электролизов. Исходный щелочной электролит был взят в количестве 33 л и дал 0.2 см³ приблизительно 95%-ой D_2O. Отдельные стадии концентрирования характеризуются следующей табличкой:

	Конечн. объем в см³	Концентрация D_2O в нем	Электрод	Электролит
I	4700	0.09%	Fe	KOH
II	300	0.75	Fe	KOH
III	30	2.9	Pb	H_2SO_4
IV	3	18.5	Pt	H_2SO_4
V	0.7	48	Pt	H_2SO_4
VI	0.2	ок. 95	Pt	H_2SO_4

Пятая порция измерялась в интерферометре в кюветке с клином длина которой (около 1 мм) не может быть точно установлена, что вносит ошибку в несколько процентов; определение дало 49.5%.

Рефрактометр же дал 48.5%. В последней порции мы, повидимому, достигли предельного для нее концентрирования, так как около 5% „легкой“ воды были внесены в нее извне кислотой, прибавленной для подкисления (не имея первоначально в виду подвергнуть пятую порцию дальнейшему концентрированию, мы ее нейтрализовали целиком). Определение содержания D_2O могло быть сделано, из за малого количества жидкости, лишь в той же кюветке с клином, что дает точность, не превышающую нескольких процентов. После всех манипуляций, у нас осталось несколько больше 0.1 см³ 95%-ой воды, дальнейшее концентрирование которой, повидимому, не представило бы никаких затруднений, если бы в нашем распоряжении было большее ее количество.

Принимая содержание D_2O в исходной воде равным 0.02%, мы получили окончательный выход порядка $^1/_{35}$ вместо $^1/_{10}$, полученных Тейлором, Эйрингом и Фростом [4] при сходной методике. Это различие обусловлено тем, что мы исходили из предварительно не обогащенной воды, и, в первую очередь, тем, что мы не улавливали выделяющегося водорода, содержащего, особенно в последних стадиях, значительные примеси D_2. Такое улавливание необходимо при систематической работе.

Изложенная методика нами совершенствуется и ни в какой мере не может считаться окончательной, однако уже в таком виде она вполне пригодна для получения тяжелой воды в небольших количествах (примерно около 3—4 г чистой тяжелой воды в месяц, на аппаратуре указанных выше размеров).

Химико-технологический институт
и Институт физической химии.
Днепропетровск.

Поступило
9 VII 1934.

DAS KONZENTRIEREN DES SCHWEREN WASSERS

Von A. BRODSKIJ, V. ALEXANDROVIČ, M. SLUCKAJA und M. ŠELUDKO*

(*Vorgelegt von L. Pisarževskij, Mitglied der Akademie, d. 9. VII. 1934*)

Zusammenfassung

Die von uns angewandte Methodik nähert sich den früher in den Vereinigten Staaten veröffentlichten Verfahren (1), unterscheidet sich aber durch manche nützlichen Einzelheiten. Wir gingen vom gewöhnlichen Flusswasser aus. In dem Elektrolyte einer 7 Jahre arbeitenden Akkumulatoren-Batterie fanden wir keine nachweisbare Anreicherung.

Die Bestimmung des schweren Wassers geschah auf interferometrischem Wege (2), welcher einfacher und vorteilhafter als der densimetrische ist. In sehr verdünnten Lösungen war die Genauigkeit nicht minder als 0.005%, in konzentrierten, dagegen, bedeutend geringer, besonders, wenn nur kleine Flüssigkeitsproben zu Verfügung standen. In konzentrierten Lösungen ist die Benutzung eines Refraktometers von Pulfrich vorteilhafter.

Nachdem wir dieses Verfahren in kleinem Masstabe angewandt hatten, bauten wir eine grössere Anlage aus 220 Glaszylindern von je 300 cm^3 Inhalt. Eine äussere Wasserkühlung erlaubte eine Elektrolyse mit 10—12 Amp. ohne störende Erwärmung auszuführen. Die eine Hälfte der Anlage war für Alkali-Elektrolyse (3—4%-iger KOH) mit Eisen-Elektroden, die zweite Hälfte — für Säure-Elektrolyse (2—4%-ige H_2SO_4) mit Blei-Elektroden ausgerüstet. Nach 8—12-fachem Konzentrieren wurde die Flüssigkeit mit wasserfreiem K_2CO_3, resp. mit CO_2 unter Druck (eventuell in den ersten Stadien — mit konz. H_2SO_4) neutralisiert und abdestilliert. $^1/_{10}$ des Elektrolytes wurde ohne Neutralisation dem Destillat zugefügt, um das Hineinbringen weiterer Säure- oder Alkali-Portionen zu vermeiden. Es ist geplant, beide Sorten der Elektrolyte durch Zusammengiessen zu neutralisieren.

Schon nach der ersten Elektrolyse ergibt sich ein Rückstand mit ca. 0.1% D_2O. Weitere Stadien bestätigen die bekannte Differentialgleichung von Lewis mit einem Trennungs-Koeffizienten $\alpha = {}^1/_5 - {}^1/_4$ in Übereinstimmung mit den in der Literatur vorhandenen Angaben (3), ohne merklichen Einfluss des Stoffes des Elektrolyts und der Elektroden.

Die letzten Stadien wurden stets in Säure-Lösungen mit Blei- und zum Schluss mit Platin-Elektroden durchgeführt.

Während 6 Wochen haben wir einen Zyklus von 6 Elektrolysen abgeschlossen. Als Ausgangsstoff wurden 33 Liter Wasser genommen, welche schliesslich 0.2 cm^3 95%-igen schweren Wassers ergaben. Die einzelnen Stadien sind in folgender Tabelle wiedergegeben:

	Endvolumen in cm^3	Gehalt an D_2O	Elektrode	Elektrolyt
I	4700	0.09%	Fe	Alkalisch
II	300	0.75	Fe	Alkalisch
III	30	2.9	Pb	Sauer
IV	3	18.5	Pt	Sauer
V	0.7	48	Pt	Sauer
VI	0.2	ca. 95	Pt	Sauer

* Unter nächster Mitwirkung von A. Afanasjev und E. Puzenkin.

Die letzte Portion konnte nicht sehr genau bestimmt werden, da die Flüssigkeitsmenge nur für eine kleine Interferometer-Küvette mit einem Keil reichte, dessen Länge (ca. 1 mm) nicht sehr sicher bestimmt werden konnte. Die vorletzte Probe wurde refraktometrisch kontrolliert.

Vor der letzten Elektrolyse musste man etwas frische Säure einführen, weil die vorletzte Probe total neutralisiert war. Dadurch kamen ca. 5% von leichtem Wasser hinzu. Die Anreicherung scheint also unter den erwähnten Bedingungen die möglichst vollständige zu sein.

Nachdem wir mehr Konzentrat sammeln werden, wird reines D_2O erhalten werden, was keine besonderen Schwierigkeiten bietet.

Die Gesamtausbeute beträgt ca. $^1/_{35}$ gegen $^1/_{10}$ bei Taylor, Eyring und Frost [4] mit einer ähnlichen Methode. Die Diskrepanz ist der Anwendung eines nicht angereicherten Ausgangsstoffes und insbesondere der Nichtausnutzung des entweichenden Wasserstoffs zuzuschreiben.

Bei der Neutralisation von NaON-Lösungen mit Schwefelsäure ergaben die ersten Portionen des Destillats keine nennenswerte Anreicherung, das Kristallwasser war aber auch nur in demselben Grade angereichert, wie die entsprechenden KOH-Konzentrate. Diese Erscheinung war bei der Neutralisation der NaOH-Lösung mit CO_2 nicht zu bemerken und konnte einer Isotopen-Trennung bei der Bildung von $Na_2SO_4 \cdot 10\,H_2O$ zugeschrieben werden. Beim Lösen von wasserfreiem Na_2So_4 in angereichertem Wasser (0.1% D_2O) konnten wir aber gegen unsere Vermutungen keinen Unterschied zwischen den verschiedenen Portionen des Destillats und des Kristallwassers an D_2O-Gehalt finden.

Die Verbesserung der Methodik ist im Gange.

Chemisch-technologisches Institut und
Forschungsinstitut für physikalische Chemie.
Dnepropetrowsk.

Eingegangen
d. 9. VII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] Lewis and Macdonald. J Chem. Phys., **1**, 341 (1933); J. Am. Chem. Soc., **55**, 3057 (1933). — Harkins and Doede. J. Am. Chem. Soc., **55**, 4330 (1933). — Taylor, Eyring, and Frost. J. Chem. Phys., **1**, 823 (1933). [2] Lewis and Luten. J. Am. Chem. Soc., **55**, 5061 (1933). — Luten. Phys. Rew., **45**, 161 (1934). — Crist, Murphy, and Urey. J. Am Chem. Soc., **55**, 5060 (1933); J. Chem. Phys., **2**, 112 (1934). [3] Lewis and Macdonald. J. Chem Phys., **1**, 341 (1933); J. Amer. Chem. Soc., **55**, 3057 (1933). — Bella Wolfenden. Nature, **133**, 25 (1934). — Topley and Eyring. J. Am. Chem. Soc., **55**, 5058 (1933); Nature, **133**, 292 (1934). [4] Taylor, Eyring, and Frost. J. Chem. Phys., **1**, 283 (1933).

ХИМИЯ

А. В. ЛОЗОВОЙ и М. К. ДЬЯКОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СВОЙСТВ И МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПЕРВИЧНОЙ СМОЛЫ ЧЕЛЯБИНСКИХ БУРЫХ УГЛЕЙ

БЕРГИНИЗАЦИЯ СМОЛЫ

(Представлено академиком А. Е. Фаворским 17 VI 1934)

Принцип энерго-химической утилизации ископаемого твердого горючего, обеспечивающий рациональное комплексное использование производительных сил природы, в последнее время завоевывает прочные позиции. Тепловое энергетическое хозяйство должно быть перестроено таким образом, чтобы стал возможным отбор из угля до его сожжения ценных для химической промышленности продуктов.

Проектируемый и уже сооружаемый близ города Челябинска газохимический комбинат на Челябинских бурых углях является одним из первых в СССР огромных энергохимических предприятий. Полукокс, здесь получаемый, будет потребляться мощными электростанциями Челябинского энергетического узла и, вероятно, металлургией Урала, а газ — в промышленности и быту населения. Основным побочным продуктом Челябинского газохимического комбината явится первичная и генераторная смола.

При объеме намечаемого на 1937 г. производства — количество этих смол составит около 300 000 тонн.

1. Характеристика исходного материала. Исследованная нами смола получена полукоксованием при температуре около 500° концентрата Челябинского бурого угля на полузаводской опытной установке Теплотехнического института в Москве. Выход смолы составляет — 6.7%. По внешнему виду смола — черно-бурая, довольно подвижная жидкость со специфическим запахом. Удельный вес ее $d_{\frac{20}{15}}$ 1.0638. Смола содержит: воды — 2.88%, карбоидов — 1.88%, азотистых оснований — 1.62%, карбоновых кислот, нерастворимых в воде — 0.54%, фенолов — 43.7%, нейтральных соединений — 46.54%, потери — 2.84%. Содержание серы в смоле — 1.28%.

Мы поставили своей задачей найти оптимальные условия крекинг-гидрогенизации, направленной на получение предельных выходов легкого моторного горючего при минимуме газо- и коксообразования. Высокие содержания в смоле фенолов, непредельных соединений — смолообразователей и легких фракций определили избранный нами метод бергинизации.

Легкая фракция буроугольной смолы, выкипающая до 230°, представляет самостоятельную ценность, как источник фенолов, применимых в промышленности пластмасс и др., и после очистки, как моторное горючее. Поэтому мы сочли целесообразным удалить эту фракцию до бергинизации. Изучение ее химического состава является предметом отдельного исследования.

Мы пользовались в каталитических сериях MoS_3, нанесенным на кусочки кирпича; каждые 100 см³ катализатора содержали 8—9 г MoS_3.

Исследование пирогенетического разложения парафинового масла первичной смолы Челябинского угля под давлением водорода, произведенное И. Я. Постовским и Б. П. Луговкиным (1), показало, что в некоторых условиях бергинизации этот материал может резко проявить свою склонность к коксообразованию. Из работ ряда авторов (2) следовало, что во избежание карбоидообразования и сопутствующего ему газообразования необходимо восстановить высоко молекулярные фенолы в углеводороды и насытить сильно-ненасыщенные углеводороды прежде, чем эти основные карбоидообразователи попадут в условия, при которых реакции их уплотнения станут термодинамически возможными. Низкая температура в первой стадии гидрогенизации

Таблица 1 — Table 1

Результат бергинизации фракции 230—370° первичной смолы челябинских бурых углей (серии B, C, D, E, G, F) и отбензиненного остатка смолы (серия H). Начальное давление во всех опытах — 100 атм. Количество водорода, вводимого в каждом опыте, — 4 — 15% по весу от количества обрабатываемого материала.

Résultats de berginisation de la fraction 230—370° du goudron primaire des lignites de Tchéliabinsk (série B, C, D, E, G, F) et du résidu de goudron debenziné (série H). La pression initiale dans tous les essais — 100 atmosphères. La quantité d'hydrogène introduite dans chaque essai constitue 4—15 pour 100 du poids de la matière traitée.

Серия Série	Катализатор, % по весу от бергинизуемого материала Catalyseur, en pour 100 du poids de la matière berginisée	Условия опыта Conditions de l'essai: Температура °C Température °C	Длительность опыта Durée de l'essai	Рабочее давление Pression	Получено в % по весу от загруж. материала Obtention en pour 100 du poids de la matière chargée: Бензин с темп. кип. до 230° Benzine avec température d'ébullition au dessus de 230°	Жидкого остатка бергинизации с темп. кип. выше 230° Résidu de berginisation liquide à température d'ébullition au-dessus de 230°	Карбоидов Carboïdes	Газообразных продуктов бергинизации Produits gazeux de berginisation	Расход водорода в % по весу от обрабатываемого продукта Dépense en hydrogène en pour 100 du poids du rendement
B	MoS_3 16.2	315—450°	6 опытов по 60 мин. с температурным интервалом 20-25° 6 essais de 60 m. à l'intervalle de température de 20—25°	190—240	81	11	2.1	0.6	6.37
C		415—470°	5 опытов по 150 мин. 5 essais de 150 min.	240—280	58.6	10	2.9	10.15	8 02
D	MoS_3 14.6	350—420 360—420 360—450 415—425	150 мин. — min. 180 „ „ 270 „ „ 300 „ „	210	72.9	—	1.7	2.59	7.42
E	MoS_3 14.9	430—440°	5 опытов по 2 часа 5 essais de 2 heures chacun	200—240	68	4	2.0	10.16	6.84
F	MoS_3 16.3	455—465	5 опытов по 2 часа 5 essais de 2 heures chacun	210—245	64.15	3.75	0.25	0.86	7.09
G	MoS_3 16.3	445—455	5 опытов по 2 часа 5 essais de 2 heures chacun	200—245	67	10	0.3	0.83	8.05
H	Катализатор после опытов серии прокаленный на воздухе Catalyseur après les essais de la série est trempé à l'air MoS_3	300—420° 430—465°	21 час (heures) 12 час. (heures)	140—240 205—275	60	12	3.95	6.12	9.2

и участие мощного катализатора явились необходимыми факторами стабилизации. Крекинг-гидрогенизация в условиях наших опытов проводилась в две ступени с низкотемпературным гидрированием в первую ступень, для того чтобы карбоидообразователи переводились гидрогенизацией в более стойкие соединения.

Как видно из результатов опытов серий B, D, F, G, H (табл. 1), в которых применялось такое гидрирование, этот метод оправдал себя; образование газа и кокса весьма невелико.

Был подвергнут исследованию бензин бергинизации, полученный в условиях серии G, но с тем отличием, что в опытах накопления его применялся уже работавший в серии G катализатор.

Границы кипения бензина 40—230° $d\frac{15}{15}$ 0.8423. Карбоновые кислоты и фенолы не обнаружены. Количество серы 0.0—0.2%. Содержание азотистых оснований — 1.1% (табл. 2).

Таблица 2

Свойства и химический состав бензина бергинизации *

№№ фракций	Температура кипения фракций	Количество фракций в весовых процентах от бензина (разгона с трехшариковым дефлегм.)	$d\frac{15}{4}$	Иодное число по Гюблю	Анилиновая точка	$d\frac{15}{4}$ после удаления ароматич. и непредель. углеводородов	Анилиновая точка после удаления ароматич. и непредельных углеводородов	Сумма ароматич. и непредельн. углеводородов в %	Количество в % по весу			
									Непредельн. углеводородов	Ароматич. углеводородов	Нефтанов. углеводородов	Парафиновых углеводородов
1	до 95°	16.4	0.7619	7.3	23.2°	0.7284	49.2°	23	2.7	20.3	42.0	35.0
2	95—122	20.6	0.8050	10.5	9.0	0.7552	49.3	36	4.6	31.4	45.8	18.2
3	122—150	19.5	0.8320	15.5	2.0	0.7722	54.1	47.5	7.7	39.8	43.4	9.1
4	150—200	30.2	0.8760	32.0	— 2.0	0.8052	58.1	55.0	17.6	37.4	44.8	0.2
5	200—230	13.3	0.9185	29.1	—11.0	0.8181	65.9	68.0	17.7	50.3	31.8	0.2

В результате проведенных нами опытов крекинг-гидрогенизации дестиллата (с температурой кипения 230—370°) первичной смолы Челябинских бурых углей и отбензиненного до 230° остатка этой смолы мы отмечаем следующее:

1) показана возможность и найдены условия, при которых методом каталитической последовательной бергинизации с применением низкотемпературного гидрирования удается превратить дестиллат смолы на 70—80% по весу (до 100% по объему) в моторное горючее с температурой кипения до 230°, с карбоидообразованием — 0.25—2% и метанообразованием ниже 1%, а содержащий пек остаток смолы — на 60% по весу в бензино-керосиновую фракцию с температурой кипения до 280° и 11% пригодного для последующей бергинизации солярового масла, с карбоидообразованием не выше 1% и газообразованием — 6%.

2) Показана рациональность применения гидрогенизации при низких температурах с целью устранения карбоидо- и газообразования.

* Бензин перед анализом освобожден от азотистых оснований и перегнан над Na. Анализ произведен по методу, описанному в книге „Химический состав нефтей“ под редакцией проф. А. А. Саханова.

3) Пригодным катализатором при крекинг-гидрогенизации исследуемых материалов является MoS_3, нанесенный на кусочки кирпича. Устойчивость, регенерируемость катализатора при высокой активности являются ценными свойствами с точки зрения технического применения.

4) Благоприятным является температурный интервал бергинизации 430—460° с предварительным низкотемпературным гидрированием при 300—400°, достаточным рабочим давлением — 200—250 атм. при 5—10% водорода, вводимого в соприкосновение с бергинизуемым материалом. Длительность обработки водородом в начальный период крекинг-гидрогенизации (первый опыт) достаточно небольшая — около 1 часа, по мере углубления бергинизации скорость процесса замедляется, и время требуемое для достижения прежних выходов бензина, должно быть увеличено в 1.5—2 раза или температура повышена. Технически, вероятно, целесообразнее последнее. При низкотемпературном гидрировании требуется значительно большая длительность процесса, особенно для содержащих пек остатков. При бергинизации последних необходимо разделение процесса на 2 стадии.

5) Расход водорода при каталитической бергинизации с MoS_3 для дестиллата смолы при достижении 70—80% по весу выходов бензина составляет 7%. Из этого количества тратится непроизводительно (образование воды) около 1%.

Расход водорода при крекинг-гидрогенизации отбензиненного остатка смолы — 9%. Отработанный газ каталитической бергинизации содержит 80—95% водорода. Количество образующейся воды составляет 14—15%.

6) Бензин бергинизации, полученный из дестиллата смолы при температуре 445—455° в присутствии MoS_3 при давлении водорода 200—250 атм., не содержит кислых соединений, не нуждается в очистке от серы (содержит серы 0.02%). По фракционному составу бензин удовлетворителен и должен обладать хорошими антидетонационными качествами.

Полученный при этих условиях в количестве 9% керосин имеет $d\,^{15}_{15}$ 0.8679, на 70% перегоняется до 250° и на 97% до 295°.

7) В условиях нормально-работающей гидрогенизационной установки непрерывного действия, где будут устранены те неблагоприятные факторы, которые мы не могли преодолеть по техническим причинам (периодически-работающая аппаратура, падающее парциальное давление водорода, размазывание, потери и перегревы при перегонках, потери газового бензина, потери материала в виде окиси углерода, истирание катализатора и др.), из дестиллата первичной смолы Челябинских бурых углей можно считать достижимым выход бензина в 90% по весу (более 100% по объему), при образовании воды 14—15%, карбоидо- и метанообразовании в сумме 1%, расхода водорода — 7%.

Для отбензиненного остатка смолы — 80—85% бензина и керосина, 15% воды, процентов 10 карбидо- и газообразования, при расходе водорода 10%. Полученные при каталитической бергинизации данные требуют уточнения на опытной гидрогенизационной установке непрерывного действия.

8) Опыты некаталитической бергинизации дестиллата смолы показывают нерациональность применения в данном случае этого метода для получения моторного горючего. Хотя и достижимы довольно высокие выхода „бензина“ — порядка 60%, но получаемый продукт нестоек, богат фенолами, содержит серу, непредельные соединения, будет трудно под-

даваться очистке. Процесс бергинизации сопровождается значительным метанообразованием — 10%, карбоидообразованием (3—4%); значительного восстановления фенолов не наблюдается, но несомненно происходит крекинг высокомолекулярных фенолов. Расход водорода — 8%, образование воды — 3.5%.

Химический институт
Уральского филиала Академии Наук. СССР.
Свердловск.

Поступило
17 VI 1934.

CHIMIE

SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE, LES PROPRIÉTÉS ET LES MÉTHODES DE TRAITEMENT DU GOUDRON PRIMAIRE DES LIGNITES DE TCHÉLIABINSK

BERGINISATION DU GOUDRON

Par A. LOZOVOJ et M. DÌAKOVA

(*Présenté par A. Favorskij, de l'Académie, le 17. VI. 1934*)

Résumé

Nos essais expérimentaux de cracking-hydrogénation du distillat (à température d'ébullition entre 230°—370°) du goudron primaire des lignites de Tchéliabinsk et de son résidu débenziné vers 230° ont donné les résultats suivants:

1. Des conditions ont été trouvées dans lesquelles par la méthode d'une berginisation catalytique suivie, avec application d'hydrogénation à basse température, on parvient à transformer le distillat de goudron à 70—80% du poids (jusqu'à 100% en volume) en un combustible à moteur à température d'ébullition au-dessous de 230°, avec formation de carboïdes à 0.25—2% et de méthane à moins de 1%. Le résidu de goudron, contenant la poix à 60% du poids, était converti en une fraction benzino-pétrolière bouillant au-dessous de 280° et en 11% d'huile solaire, utilisable dans une berginisation subséquente, avec formation de carboïdes en quantité n'excédant pas 1% et avec une gazéification de 6%.

2. L'opportunité est mise en évidence d'une hydrogénation à températures basses, dans le but de supprimer la formation de carboïdes et de gaz.

3. MoS_3, précipité sur de petits morceaux de briques, est un catalyseur approprié à la cracking-hydrogénation des matières étudiées. La stabilité et l'aptitude à la régénération du dit catalyseur, ainsi que son intense activité sont des conditions précieuses pour son application technique.

4. L' intervalle de température entre 430° et 460° est favorable à la berginisation, avec une hydrogénation préliminaire à point bas entre 300° et 400° et une pression de 200—250 atmosphères avec 5—10% d'hydrogène, mis en contact avec la matière soumise à la berginisation. Une durée de traitement par l'hydrogène d'une heure environ est suffisante pendant la première période de cracking-hydrogénation, mais à mesure de l'approfondissement de la berginisation, la vitesse du processus ralentit et le temps indispensable à l'obtention des rendements précédents en benzine doit être augmenté de 1.5 à 2 fois, ou la température accrue. Ce dernier moyen est probablement plus judicieux au point de vue technique. La durée du processus doit être considérablement prolongée lors d'une hydrogénation à température basse particulièrement pour les résidus contenant la poix.

La berginisation des dits résidus nécessite la séparation du processus en deux stades.

5. La dépense en hydrogène constitue 7%, lors d'une berginisation catalytique du distillat de goudron en présence de MoS_3, avec obtention d'un rendement en benzine de 70—80% du poids. Environ 1% y est dépensé improductivement (formation d'eau).

La dépense en hydrogène, lors de la cracking-hydrogénation du résidu de goudron débenziné, est de 9%. Le gaz épuisé de la berginisation catalytique contient de 80 à 95% d'hydrogène. La quantité d'eau formée constitue 14—15%.

6. La benzine obtenue par berginisation du distillat de goudron, à la température de 445—455°, en présence de MoS_3, à une pression d'hydrogène de 200—250 atmosphères ne contient pas de composés acides, ne nécessite pas d'épuration du soufre (contenant 0.02% de soufre). D'après sa composition fractionnelle cette benzine est satisfaisante et doit posséder de hautes qualités antidétonatoires.

Le pétrole en quantité de 9%, obtenu dans ces conditions, possède une d_{15}^{15} 0.8679, se distille à 70% vers 250° et à 97% vers 295°.

7. Nous estimons, qu'il est possible d'obtenir du distillat du goudron primaire des lignites de Tchéliabinsk un rendement en benzine de 90% au poids (plus de 100% en volume), avec formation d'eau de 14—15% de carboïdes et de méthane au total de 1%, et à une dépense de 7% en hydrogène, — dans les conditions d'une installation d'hydrogénation à fractionnement continu, en éliminant les facteurs défavorables, que nous ne pouvions pas surmonter pour causes techniques, tels que: activité intermittente périodique de l'appareil, baisse partial de la pression d'hydrogène, pertes et surchauffages pendant la distillation, pertes en benzine gazeuse, pertes en oxyde de carbone, usure du catalyseur etc.

On pourrait, de même obtenir du résidu de goudron débenziné un rendement, de 80—85% en benzine et pétrole, 15% d'eau, environ 10% de carboïdes et de gaz, pour une dépense de 10% en hydrogène. Les données obtenues au cours de la berginisation catalytique demandent à être précisées avec une installation expérimentale d'hydrogénation à fonctionnement continu.

8. Les essais expérimentaux de berginisation du distillat de goudron sans catalyseur montrent, que l'application d'une méthode pareille n'est pas rationnelle pour l'obtention d'un combustible à moteur. Quoique d'assez considérables rendements en „benzine" puissent être obtenus, de l'ordre de 60%, mais le produit acquis est instable, riche en phénols, contient du soufre, des composés non saturés, et se prête difficilement à l'épuration. Le processus de berginisation est accompagné d'une formation considérable de méthane — 10%, de carboïdes 3—4%, une réduction appréciable des phénols ne fut pas observée, mais il y advient indubitablement un cracking des phénols haut-moléculaires. La dépense en hydrogène est de 8%, la ormation d'eau de 3.5%.

Département filial d'Oural de l'Académie des Sciences.
Institut de Chimie.
Sverdlovsk.

Manuscrit reçu
le 27. V. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE CITÉE

[1] И. Я. Постовский и Б. П. Луговкин. Журнал химической промышленности, 6, 1498, 500, 1929. [2] Braunkohle, **30**, 949—953, 976—981, 1931; **31**, 152, 171, 1932.

А. Н. ПАРШИН

О ФЕРМЕНТАТИВНОМ РАСПАДЕ АДЕНОЗИНТРИФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ (АДЕНИЛ-ПИРОФОСФАТА) В СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЕ

(Представлено академиком А. Н. Бахом 3 VI 1934)

Для выяснения роли аденилпирофосфорной кислоты в системе химических процессов мышечной ткани, является весьма интересным и важным изучение кинетики расщепления аденозинтрифосфорной кислоты в сердечной мышце, занимающей промежуточное положение между скелетной поперечно-полосатой и гладкой мускулатурой. Подобная попытка была сделана Вертгеймером, но ему не удалось получить каких либо определенных результатов.

В наших опытах мы остановились главным образом на изучении процесса ферментативного распада преформированной аденилпирофосфорной кислоты в мышечном экстракте, полученном по методу Мейергофа извлечениеи мышцы 0.9% раствором KCl. Одновременно изучалось влияние различных веществ на этот процесс, с одной стороны тормозящих гликолиз — NaF, CH_2JCOOH, с другой вызывающих угнетение дыхательных процессов — KCN. Опыты были поставлены с сердцами холоднокровных животных (лягушки) и теплокровных (белые крысы). Методика опытов была следующая: Бралось около одного грамма сердечной мышцы от только что убитых животных. При работе с лягушечьими сердцами, для этой цели необходимо взять около 10—15 лягушек, при работе с белыми крысами достаточно 2 животных. Мышечный экстракт получался растиранием сердечной мышцы в 0.9% растворе KCl с хорошо измельченным стеклом в фарфоровой ступке. Полученный экстракт быстро центрифугировался в течение 2 минут, центрифугат сливался и служил для опытов. При изучении влияния различных веществ на процесс ферментативного распада преформированной аденозинтрифосфорной кислоты, растирание сердечной мышцы велось в присутствии тех же реагентов. После центрифугирования бралась первая проба на определение фосфора. Фосфор определялся по методу Фиске и Зуббарова, видоизмененного Ломанном и Иендрассиком, пирофосфат методом Ломанна. Мышечный экстракт оставлялся стоять на водяной бане при температуре 20° С. Дальнейшее определение фосфора производилось через каждые 15 минут. Получение мышечного экстракта велось при температуре 0°.

Результаты опытов, полученных с лягушечьими сердцами, представлены в таблице.

Опыты с сердцами белых крыс дали аналогичные результаты. Мы их не приводим за недостатком места.

Из представленной таблицы видно, что расщепление аденилпирофосфата в мышечном экстракте, полученном извлечением сердечной мышцы 0.9% раствором KCl, при температуре 20° С в среднем заканчивается в первые полчаса.

По данным Ломанна в скелетной мышце при тех же условиях за 90 минут расщепляется только 75% пирофосфата.

NaF в сильных концентрациях M/2 и средних M/10 — M/20 вызывает сильное торможение ферментативного распада аденилпирофосфата. Слабые концентрации (M/200) не оказывают заметного действия на этот процесс. Ломанн получал несколько отличные результаты, а именно, сильные концентрации M/2 NaF и слабые M/333 вызывали ускорение ферментативного распада пирофосфата, среднее M/10 замедление.

№ опыта	Время опыта	Характ. опыта	Количество пирофосфата выражен. в мг на г сырого веса мышцы						
			0	15	30	45	60	75	90
28	21 XI 1933	KCl	0.34	0.15	0.09	—			
35	1 XII 1933	„	0.24	0.14	0.05	—			
39	7 XII 1933	M/20 NaF	0.28	0.23	0.28	0.28	0.21		
41	9 XII 1933	M/2 NaF	0.29	0.33	0.32	0.33	0.35	0.15	0.05
45	15 XII 1933	M/200 NaF	0.37	0.29	0.09				
47	17 XII 1933	1/500 $CH_2JCOONa$	0.39	0.18	—				
48	19 XII 1933	1/250 $CH_2JCOONa$	0.17	—	—				
52	23 XII 1933	1/200 KCN	0	—	—				
54	26 XII 1933	1/1000 KCN	0	—	—				
80	14 XI 1934	1/400 KCN+M/10NaF	0	—	—				

Действие CH_2JCOOH в сильных концентрациях сопровождалось ускоренным распадом аденилпирофосфата. Такие же результаты получены многими авторами и на скелетной мышце. Более слабые концентрации 1/500 CH_2JCOOH не оказывали заметного влияния.

Опыты с KCN дали в высшей степени интересные результаты. Как видно из таблицы при растирании сердечной мышцы в 0.9% растворе KCl в присутствии KCN, в концентрации 1/200—1/1000, предварительно нейтрализованного соляной кислотой, наступает немедленный распад аденозинтрифосфорной кислоты. Комбинированное действие NaF и KCN дало такой же результат.

В лаборатории Мейергофа Якобсеном изучалось действие KCN на синтез аденилпирофосфата в мышечном экстракте. Опыты не дали положительных результатов. Действие KCN, как известно, состоит в угнетении процесса дыхания. Якобсен в своих опытах прибавлял KCN к мышечному экстракту. Дыхательные процессы в таком мышечном экстракте почти совершенно отсутствуют, поэтому Якобсен и не мог наблюдать какого либо влияния KCN на синтез аденилпирофосфата. Постановка наших опытов была отлична от опытов Якобсена тем, что мы прибавляли KCN, как и все другие исследованные нами вещества, к 0.9% раствору KCl до растирания сердечной мышцы, так что само растирание происходило в присутствии KCN. За это время цианид и проявлял свое действие на дыхательные процессы мышечной клетки. В результате угнетения дыхания наступал немедленный распад пирофосфата. Таким образом наши опыты повидимому указывают на то, что аденозинтрифосфорная кислота является не только одним из компонентов коферментативной системы гликолиза, но и дыхания сердечной мышцы. Такая интерпретация полученных результатов находит свое подтверждение и в опытах Энгельгардта с ядерными эритроцитами птиц.

Для выяснения коферментативной роли аденилпирофосфата в дыхательной системе сердечной мышцы нами сейчас ведутся опыты на изолированном сердце лягушки. Предполагается одновременно постановка опытов для изучения дыхания сердечной мышцы в приборе Варбурга.

Аналогичные опыты со скелетной мышцей будут нами произведены в самое ближайшее время.

Лаборатория биохимии и физиологии
животных Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
3. VI. 1934.

ÜBER DIE FERMENTATIVE SPALTUNG VON ADENOSINTRIPHOSPHORSÄURE (ADENYLPYROPHOSPHAT) IM HERZMUSKEL

Von A. PARŠIN (PARSCHIN)

(*Vorgelegt von A. Bach, Mitglied der Akademie, d. 3. VI. 1934*)

Zur Klarlegung der Rolle der Adenylpyrophosphorsäure im Kreislauf der dem Muskel eigenen chemischen Prozesse ist es von grosser Wichtigkeit, die Kinetik der Spaltung von Adenosintriphosphorsäure im Herzmuskel, welcher eine vermittelnde Stellung zwischen der quergestreiften Skelettmuskulatur und der glatten Muskulatur einnimmt, genauer zu studieren.

Ein Ansatz dazu wurde bereits von Wertheimer gemacht, ohne jedoch irgendwelche bestimmte Resultate zu ergeben.

Unsere Versuche galten hauptsächlich dem Prozess des fermentativen Zerfalls der präformierten Adenylpyrophosphorsäure im Muskelextrakt, welcher nach Meyerhof's Verfahren durch Extraktion des Muskels mit 0.9%-iger KCl-Lösung erhalten wurde. Gleichzeitig wurde die Einwirkung auf diesen Prozess verschiedener Stoffe untersucht, welche einerseits die Glykolyse hemmen, als NaF, CH_2JCOOH, andererseits eine Depression der Atmungsprozesse hervorrufen, als KCN. Die Versuche wurden an Herzen von kaltblütigen Tieren (Fröschen) und von warmblütigen (weissen Ratten) angestellt. Die Versuchsmethodik gestaltete sich folgendermassen: Frischgetöteten Tieren wurde ca. ein Gramm Herzmuskel entnommen. Im Falle von Froschherzen sind dazu ungefähr 10—15 Frösche erforderlich, bei weissen Ratten genügen 2 Tiere. Der Muskelextrakt wurde durch Verreiben des Herzmuskels in 0.9%-iger KCl-Lösung mit feinzermalmtem Glas in einem Porzellanmörser hergestellt. Dieser Extrakt wurde rasch binnen 2 Minuten zentrifugiert, worauf das abgegossene Zentrifugat zur experimentellen Verwendung bereit stand. Beim Untersuchen der Einwirkung verschiedener Stoffe auf den Prozess des fermentativen Zerfalls der präformierten Adenosintriphosphorsäure wurde das Verreiben des Herzmuskels in Gegenwart derselben Reagentien ausgeführt. Nach dem Zentrifugieren wurde die erste Probe zur Bestimmung des Phosphors genommen. Der Phosphor wurde nach der von Lohmann und Jendrassik modifizierten Methode von Fiske und Subbarow bestimmt, das Pyrophosphat — nach der Methode Lohmann's. Der Muskelextrakt wurde auf dem Wasserbade bei einer Temperatur von 20° C stehen gelassen. Die weitere Bestimmung des Phosphors wurde jede Viertelstunde wiederholt. Die Gewinnung des Muskelextrakts geschah bei einer Temperatur von 0°. Die Resultate der mit Froschherzen gemachten Experimente sind in umstehender Tabelle dargestellt.

Experimente mit Herzen weisser Ratten haben analoge Resultate ergeben. Aus Mangel an Platz führen wir sie nicht an.

Man sieht aus der Tabelle, dass die Spaltung des Adenylpyrophosphates im Muskelextrakt, der durch Extraktion des Herzmuskels mittels 0.9%-iger KCl-Lösung erhalten war, bei einer Temperatur von 20° C durchschnittlich in der ersten halben Stunde zum Abschluss kommt. Nach Lohmanns Angabe zerfällt das Pyrophosphat im Skelettmuskel unter denselben Bedingungen während 90 Minuten nur bis 75%.

NaF in starken Konzentrationen M/2 und in mittleren M/10 — M/20 verursacht eine grosse Verzögerung des fermentativen Zerfalls des Adenyl-

№	Datum des Experimentes	Charakter des Experimentes	Der Betrag des Pyrophosphates in mg pro 1 g Rohgewicht des Muskels						
			0	15	30	45	60	75	90
28	21 XI 1933	KCl	0.34	0.15	0.09	—			
35	1 XII 1933	„	0.24	0.14	0.05	—			
39	7 XII 1933	M/20 NaF	0.28	0.28	0.28	0.28	0.21		
41	9 XII 1933	M/2 NaF	0.29	0.33	0.32	0.33	0.35	0.15	0.05
45	15 XII 1933	M/200 NaF	0.37	0.29	0.09				
47	17 XII 1933	1/500 $CH_2JCOONa$	0.39	0.18	—				
48	19 XII 1933	1/250 $CH_2JCOONa$	0.17	—	—				
52	23 XII 1933	1/200 KCN	0	—	—				
54	26 XII 1933	1/1000 KCN	0	—	—				
80	14 XI 1934	1/400 KCN + M/10 NaF	0	—	—				

pyrophosphates. Die schwachen Konzentrationen (M/200) üben keinen merklichen Einfluss auf diesen Prozess aus. Lohmann erzielte etwas abweichende Resultate: die starken Konzentrationen M/2 NaF und die schwachen M/333 bewirkten nämlich eine Beschleunigung des fermentativen Zerfalls des Pyrophosphates, die mittleren M/10 — eine Verzögerung.

Die Einwirkung von CH_2JCOOH in starken Konzentrationen 1/250 wurde von beschleunigtem Zerfall des Adenylpyrophosphates begleitet. Dieselben Resultate erhielten viele Autoren auch in Bezug auf den Skelettmuskel. Die schwächeren Konzentrationen 1/500 CH_2JCOOH haben keine merkliche Einwirkung ausgeübt.

Versuche mit KCN haben höchst interessante Resultate ergeben. Man sieht aus der Tabelle, dass beim Verreiben des Herzmuskels in 0.9%-iger KCl-Lösung in Gegenwart von KCN, das vorher durch Salzsäure neutralisiert worden war, ein unverzüglicher Zerfall der Adenosintriphosphorsäure eintritt. Die kombinierte Einwirkung von NaF und KCN hat dasselbe Resultat ergeben.

Jakobsen hat in Meyerhof's Laboratorium die Einwirkung von KCN auf die Synthese des Adenylpyrophosphates im Muskelextrakt geprüft. Die Experimente lieferten keine positiven Resultate. Die Wirkung von KCN äussert sich, bekanntlich, in einer Hemmung des Atmungsprozesses. Jakobsen setzte in seinen Experimenten KCN zum Muskelextrakt hinzu. Die Atmungsprozesse fehlen fast gänzlich in einem solchen Muskelextrakt; deshalb konnte Jakobsen keinen Einfluss von KCN auf die Synthese des Adenylpyrophosphates beobachten. Der Unterschied zwischen unseren und Jakobsens Experimenten bestand darin, dass wir KCN und auch alle anderen von uns untersuchten Substanzen zur 0.9%-igen KCl-Lösung vor dem Verreiben des Herzmuskels hinzufügten, so dass die Zerreibung selbst in Gegenwart des KCN erfolgte. Gerade in dieser Zeit übte das Zyanid seine Einwirkung auf die Atmungsprozesse der Muskelzelle aus. Infolge der Hemmung des Atmens setzte sofortiger Zerfall des Pyrophosphats ein. Also weisen unsere Experimente offenbar darauf hin, dass die Adenosintriphosphorsäure nicht nur eine der Komponenten des kofermentativen Systems der Glykolyse, sondern auch der Atmung des Herzmuskels ist. Diese Deutung der erhaltenen Resultate hat ihre Bestätigung auch in Engelhardts Versuchen an Kernerythrocyten der Vögel gefunden.

Wir machen jetzt Versuche am isolierten Froschherzen, um die kofermentative Wirkung des Adenylpyrophosphats im Atmungssystem des Herzmuskels aufzuklären. Gleichzeitig wird Durchführung von Experimenten zur Prüfung der Atmung des Herzmuskels im Warburgschen Apparat in Aussicht genommen.

Analoge Experimente mit dem Skelettmuskel werden wir in nächster Zeit ausführen.

Laboratorium für Biochemie und Tierphysiologie
der Akademie der Wissenschaften.
Leningrad.

Eingegangen
d. 3. VI. 1934.

БИОХИМИЯ

А. Н. ПАРШИН

ОБМЕН АДЕНОЗИТРИФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ (АДЕНИЛПИРОФОСФАТА) В ИЗОЛИРОВАННОМ СЕРДЦЕ ЛЯГУШКИ*

(*Представлено академиком А. Н. Бахом 19 VII 1934*)

В первом сообщении о процессе ферментативного распада аденилпирофосфата в мышечном экстракте, полученном по методу Мейергофа (Meyerhof), извлечением сердечной мышцы 0.9% раствором KCl, мною было указано на целый ряд отличий аденозинтрифосфорной кислоты сердечной мышцы от аденилпирофосфата скелетной мышцы.

Полученные мною результаты подтвердили более ранние указания Ломанна (Lohmann), и Эмбдена (Embden) о различной химической структуре аденозинтрифосфорной кислоты скелетной и сердечной мышцы.

В настоящее время предположение Эмбдена (Embden), что аденилпирофосфат сердечной мышцы является динуклеотидом, доказано экспериментально Битти (Beattie), Мильрой (Milroy) и Страйном (Strain), показавших, что пирофосфат сердечной мышцы представляет собой динуклеотид, состоящий из аденозинтрифосфорной и аденозиндифосфорной кислоты.

Одновременно и совершенно независимо от названных авторов, Остерн (Ostern) в лаборатории Парнаса (Parnas), установил, что аденилпирофосфат сердечной мышцы является ди-аденозин-пентафосфорной кислотой.

Таким образом, установленные мною отличия аденилпирофосфата сердечной мышцы, при его ферментативном распаде от аденозинтрифосфорной кислоты скелетной мышцы, доказывается сейчас и различной химической структурой этих соединений.

В настоящей работе я остановился на изучении обмена аденилпирофосфата в изолированном сердце лягушки.

Методика опытов была следующая.

Перфузионной жидкостью служил раствор Рингера. Жидкость поступала через канюлю, вставленную в верхнюю полую вену; вытекала через другую канюлю, вставленную в аорту.

При изучении влияния NaF, CH_2JCOOH и KCN на обмен аденилпирофосфата в изолированном сердце лягушки, эти вещества добавлялись к Рингеровскому раствору.

Пирофосфат в сердечной мышце определялся по методу Lohmann. Доказать присутствие аденилпирофосфата в перфузионной жидкости не удалось.

* Доложено на V Всесоюзном съезде физиологов биохимиков и фармакологов в Москве.

Результаты опытов даны в таблице.

Фосфор выражен в мг P_2O_5 на 1 г сырого веса мышцы

№ опыта	Дата опыта	Вес изол. сердца в г	Питательная жидкость	Продолжительность опыта	Кол. ортофосф. до гидролиза	Кол. ортофосф. после гидролиза в теч. 7 мин. NHCl	Кол. пирофосф.
				ч. м.			
45	13 VI 34 г.	0.12	Ringer	2	0.78	0.99	0.21
18	8 V 34 „	0.2	R	2	1.06	1.35	0.29
47	14 VI 34 „	0.1	R	2	0.83	1.06	0.23
22	14 V 34 „	0.18	R + M/100 NaF	— 40	0.46	0.69	0.23
20	10 V 34 „	0.13	R + M/200 NaF	2	0.51	0.72	0.21
24	16 V 34 „	0.12	R + M/50 NaF	2	0.58	0.75	0.17
30	25 V 34 „	0.1	R + M/100 KCN	1 30	0.83	1.01	0.18
29	23 V 34 „	0.1	R + M/400 KCN	1	0.99	1.16	0.17
28	21 V 34 „	0.1	R + M/400 KCN	1 30	0.93	1.12	0.19
34	31 V 34 „	0.1	R + M/50 $CH_2JCOONa$	1 30	0.53	0.93	0.4
40	7 VI 34 „	0.08	R + M/100 $CH_2JCOONa$	2	0.66	1.04	0.38
38	4 VI 34 „	0.12	R + M/250 $CH_2JCOONa$	1 15	0.62	0.93	0.31
35	1 VI 34 „	0.13	R + M/500 $CH_2JCOONa$	1	0.69	1.08	0.39
49	17 VI 34 „	0.12	R + M/500 NaF + м/1000 KCN.	1	0.25	0 42	0.17
50	14 VI 34 „	0.12	R + M/500 NaF + м/1000 KCN + м/1000 $CH_2JCOONa$.	— 10	0.19	0.41	0.22

Из приведенных данных видно, что количество пирофосфата в работающем сердце даже при действии очень больших концентраций NaF, CH_2JCOOH и KCN очень мало изменяется.

Правда, при действии KCN наблюдается небольшое уменьшение аденилпирофосфата, в то время как при действии CH_2JCOOH имеется тенденция к некоторому повышению количества пирофосфата в сердечной мышце.

Почти аналогичные результаты были получены и Вертгеймером (Wertheimer) при изучении обмена аденилпирофосфата в изолированных полосках сердечной мышцы и в целом изолированном сердце лягушки.

Сравнивая эти данные с ранее полученными результатами при изучении ферментативного распада аденилпирофосфата в мышечном экстракте, приходится констатировать резкое различие процессов распада аденилпирофосфата в мышечном экстракте, полученном из сердечной мышцы и в изолированном сердце лягушки.

Лаборатория биохимии и физиологии животных Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
19 VII 1934.

DER UMSATZ DER ADENOSINTRIPHOSPHORSÄURE (ADENYLPYROPHOSPHAT) IM ISOLIERTEN FROSCHHERZEN*

Von A. PARŠIN (PARSCHIN)

(*Vorgelegt von A. Bach, Mitglied der Akademie, d. 19. VII. 1934*)

In der ersten Mitteilung über die fermentative Zersetzung des Adenylpyrophosphats im Muskelextrakt, der nach der Methode Meyerhofs durch eine 0.9% Lösung von KCl aus dem Herzmuskel extrahiert worden war, habe ich auf eine Reihe von Unterschieden der Adenosintriphosphorsäure des Herzmuskels von dem Adenylpyrophosphat des Skelettmuskels hingewiesen.

Die von mir erzielten Ergebnisse haben frühere Beobachtungen von Lohmann und Embden über die verschiedene chemische Struktur der Adenosintriphosphorsäure des Skelettmuskels und des Herzmuskels bestätigt.

Gegenwärtig ist die Annahme Embdens, das Adenylpyrophosphat des Herzmuskels sei nichts anderes als ein Dinucleotid, experimentell durch Beattie, Milroy und Strain bewiesen. Diese Forscher haben gezeigt, dass das Pyrophosphat des Herzmuskels ein Dinucleotid ist, das aus Adenosintriphosphor- und Adenosindiphosphorsäure besteht.

Gleichzeitig und ganz unabhängig von den genannten Autoren hat Ostern im Laboratorium von Parnas festgestellt, dass das Adenylpyrophosphat des Herzmuskels mit der Diadenosinpentaphosphorsäure identisch ist.

Somit werden die von mir festgestellten Unterschiede des Adenylpyrophosphats des Herzmuskels bei seiner fermentativen Zersetzung von der Adenosintriphosphorsäure des Skelettmuskels gegenwärtig noch durch die verschiedene chemische Struktur dieser Verbindungen bestätigt.

In der vorliegenden Arbeit habe ich mir die Erforschung des Umsatzes des Adenylpyrophosphats im isolierten Froschherzen zum Ziele gesetzt.

Die Versuchsmethode war die folgende:

Als Perfusionsflüssigkeit diente eine Ringersche Lösung. Die Lösung wurde durch eine in die obere Hohlvene eingesetzte Kanüle eingeführt und floss durch eine andere in die Aorte eingesetzte Kanüle ab.

Bei der Untersuchung der Einwirkung von NaF, CH_2JCOOH und KCN auf den Umsatz des Adenylpyrophosphats im isolierten Froschherzen wurden diese Stoffe der Ringerschen Lösung hinzugefügt.

Das Pyrophosphat wurde nach der Lohmannschen Methode im Herzmuskel festgestellt. Es gelang nicht Vorhandensein von Adenylpyrophosphat in der Perfusionsflüssigkeit festzustellen.

Die Ergebnisse der Experimente sind in der umstehenden Tabelle niedergelegt.

Aus den beigebrachten Daten ist zu ersehen, dass die Menge des Pyrophosphats im arbeitenden Herzen sich auch unter der Einwirkung sehr stark konzentrierter Lösungen von NaF, CH_2JCOOH und KCN sehr wenig verändert.

* Mitgeteilt auf dem V Kongress der Physiologen, Biochemiker un Pharmakologen in Moskau.

Der Phosphorgehalt ist in mg P_2O_5 auf 1 g des Rohgewicht des Muskels ausgedrückt

Versuchsnummer	Datum des Experiments	Gewicht des isolierten Herzens in Gramm	Nährflüssigkeit	Dauer des Experiments St. M.	Menge der Orthophosph. vor der Hydrolyse	Die Menge der Orthophosph. nach der Hydrolyse im Lauf von 7 Min. N HCl	Menge des Pyrophosphats
45	13 VI 34 r.	0.12	Ringer	2	0.78	0.99	0.21
18	8 V 34 „	0.2	R	2	1.06	1.35	0.29
47	14 VI 34 „	0.1	R	2	0.83	1.06	0.23
22	14 V 34 „	0.13	R + M/100 NaF	— 40	0.46	0.69	0.23
20	10 V 34 „	0 13	R + M/200 NaF	2	0.51	0.72	0.21
24	16 V 34 „	0.12	R + M/50 NaF	2	0.58	0.75	0.17
30	25 V 34 „	0.1	R + M/100 KCN	1 30	0.83	1.01	0.18
29	23 V 34 „	0.1	R + M/400 KCN	1	0.99	1.16	0.17
28	21 V 34 „	0.1	R + M/400 KCN	1 30	0.93	1.12	0.19
34	31 V 34 „	0.1	R + M/50 $CH_2JCOONa$ . . .	1 30	0.53	0.93	0.4
40	7 VI 34 „	0.08	R + M/100 $CH_2JCOONa$ . . .	2	0.66	1.04	0.38
38	4 VI 34 „	0.12	R + M/250 $CH_2JCOONa$ . . .	1 15	0.62	0.93	0.31
35	1 VI 34 „	0.13	R + M/500 $CH_2JCOONa$ . . .	1	0.69	1.08	0.39
49	14 VI 34 „	0.12	R + M/500 NaF + M/1000 KCN	1	0.25	0.42	0.17
50	14 VI 34 „	0.12	R + M/500 NaF + M/100 KCN + M/1000 $CH_2JCOONa$.	— 10	0.19	0.41	0.22

Allerdings ist unter der Einwirkung von KCN eine geringfügige Verminderung des Adenylpyrophosphats zu beobachten, während das CH_2JCOOH die Tendenz zu einer gewissen Zunahme der Menge des Pyrophosphats im Herzmuskel erzeugt.

Fast identische Ergebnisse wurden von Wertheimer bei der Untersuchung des Umsatzes des Adenylpyrophosphats in isolierten Streifen des Herzmuskels und im ganzen isolierten Froschherzen erzielt.

Wenn wir diese Befunde mit den früher bei Untersuchung der fermentativen Zersetzung des Adenylpyrophosphats im Muskelextrakt erzielten Resultaten vergleichen, müssen wir einen auffallenden Unterschied in den Prozessen der Zersetzung des Adenylpyrophosphats im Herzmuskelextrakt einerseits, und im isolierten Froschherzen andrerseits feststellen.

Laboratorium für Biochemie
und Tierphysiologie der
Akademie der Wissenschaften
Leningrad.

Eingegangen
d. 19. VII 1934.

БИОЛОГИЯ

А. СТУДИТСКИЙ

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ РЕГУЛЯЦИОННЫХ СТРУКТУР В ЭМБРИОНАЛЬНОМ СКЕЛЕТЕ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 14 VII 1934*)

В 1927 г. Ландауэр (1) описал в скелете зародышей хондродистрофических кур-коротконожек (creeper) особое наследственное уродство большеберцовой кости, выражающееся в изгибании этой кости. При этом изгиб кости компенсируется развитием в месте изгиба костной мозоли, обладающей характерным строением, которое Ландауэр называет „функциональной структурой", и считает, что оно определяется общим мышечным тонусом зародыша

Однако, данные культур скелетных элементов in vitro и на аллантоисе показывают, что в развитии структуры эмбриональной кости функциональные воздействия играют весьма малую роль. С тех пор как Фелл (2) получила органотипическое развитие зачатков трубчатых костей in vitro, не остается сомнений в том, что на первых стадиях развития скелетный зачаток является самодифференцирующейся системой. Меррэй и Сельби (3), своими опытами по культивированию скелетных зачатков на аллантоисе показали автономность развития суставных поверхностей и общей формы эмбриональных трубчатых костей. Студитскому (4) удалось показать автономность процесса смены хряща костной тканью в эмбриональном развитии скелета.

Встает вопрос: какие же закономерности определяют развитие костных структур эмбрионального скелета? Меррэй и Сельби описывают неравномерное развитие костной ткани трубчатых костей в культурах на аллантоисе при изгибании хрящевой болванки. Можно предполагать, что эти авторы имели дело с компенсационными структурами, близкими по строению к „функциональным структурам" Ландауэра, хотя они и не дают описания микроскопических картин. Таким образом, есть основание думать, что в развитии подобных структур функциональный момент не имеет существенного значения. Для выяснения вопроса о значении функции и других факторов в развитии архитектуры эмбриональных трубчатых костей нами было поставлено несколько серий опытов, результаты которых излагаются в настоящем сообщении.

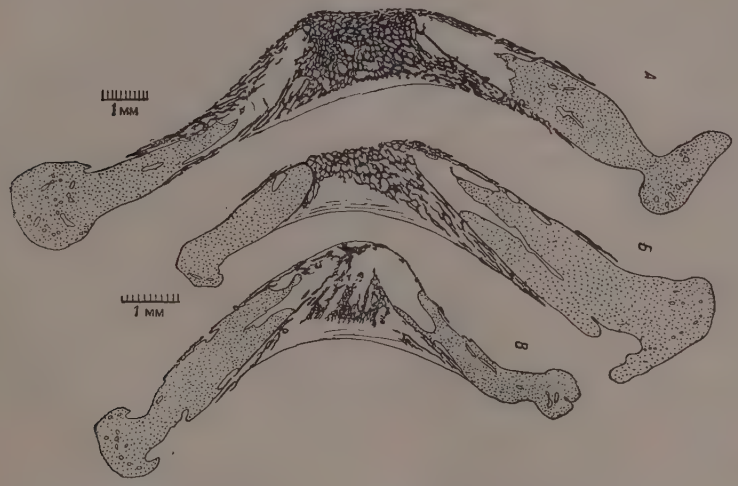
Структура эмбриональных уродливо развивающихся трубчатых костей

В течение нашей работы мы, к сожалению, не располагали материалом по коротконожкам, так что исследования строения эмбриональных большеберцовых костей этих кур произведено не было. Однако, при исследовании скелета большого числа куриных зародышей нам удалось обнаружить аналогичное уродство у 19-дневного эмбриона. У зародыша, в остальных отношениях мало отличающегося от других зародышей того же возраста, строение обеих большеберцовых костей было ненормально. Исследование этих костей показало следующее (фиг. *A*).

Кость изогнута в центральной части, так что проксимальный и дистальный концы образуют угол около 120°. Образование костно-мозговой полости захватывает около одной трети средней части хрящевой болванки. Проксимальная суставная поверхность уплощена, шейка головки сужена, так что головка имеет грибовидное строение. Дистальный конец развит нормально. Окостенение значительно слабее нормы. Костная ткань развивается главным образом в месте изгиба, образуя плотную мозоль, компенсирующую изгиб. Структура костной ткани в общем типична для эмбриональной грубоволокнистой кости, но в ориентации костных перекладин проявляется определенная закономерность. Большинство перекладин направляется

к вершине внутреннего угла изгиба, образуя в этом участке характерную радиальную структуру. Исследование при больших увеличениях показывает, что оси остеобластов здесь также вытянуты в направлении радиальных костных перекладин.

Описание этого уродства большеберцовой кости показывает, что мы имели дело со структурами, чрезвычайно сходными с „функциональными структурами", описанными Ландауэром у эмбрионов кур Creeper. Можно думать, что механизм образования этих структур был в обоих случаях одинаков. Ближайшей нашей задачей было исследовать, могут ли такие структуры развиваться при изоляции от функциональных раздражений, в условиях культивирования на аллантоисе. Первая же серия наших опытов дала утвердительный ответ на этот вопрос.



Развитие регуляционных структур в эмбриональном скелете.

А — регуляционные структуры в большеберцовой кости 19-дневного куриного зародыша. *Б* — регуляционные структуры, образовавшиеся при развитии зачатка большеберцовой кости куриного зародыша на аллантоисе. *В* — регуляционные структуры человеческой костной ткани, развившейся из эмбриональной надкостницы, культивируемой на аллантоисе совместно с куриной хрящевой болванкой. Хрящ изображен точками, костная ткань окрашена в черный цвет. Рисунки сделаны при помощи рис. аппарата Эдингера.

A—regulatory structures in the tibial bone of 19-day chicken embryo. *Б*—regulatory structures formed in the development on the allantois of the germ of the tibial bone of a chicken embryo. *B*—regulatory structures in human osseous tissue developing in embryonal periosteum, cultivated on the allantois conjointly with the matrix of chicken cartilage. The cartilage is represented by dots, the osseous tissue is tinted with dark colours. Drawing made by means of the Edinger apparatus.

Развитие структуры костной ткани при культивировании зачатка большеберцовой кости на аллантоисе

На аллантоис 7-дневного куриного зародыша было высажено 8 зачатков большеберцовых костей и 7 зачатков бедряных костей куриного эмбриона 7 дней инкубации. Срок культивирования 12 дней. В течение этого срока зачатки большеберцовых костей достигают размеров 18 мм, бедряных костей — 13—14 мм. Данные по развитию внешней формы костей совпадают с данными Меррея и Сельби. Что же касается внутренней архитектуры костной ткани, то для нас особый интерес имеют компенсационные структуры, развивающиеся при изгибании костного зачатка. Таких случаев в наших опытах было три. Во всех случаях строение было сходно и приближалось к описанному выше (фиг. *Б*).

Изогнутые кости обычно отстают в своем росте от прямо растущих костей Костно-мозговая полость занимает меньшее пространство. Окостенение значительно слабее, нежели при росте без изгибания, и основная масса костной ткани занимает угол изгиба. Большая часть костных перекладин направлена радиально к вершине угла изгиба.

Образование компенсационных костных структур при изолированном развитии зачатка скелетного элемента на аллантоисе, в условиях отсутствия функциональных раздражений, показывает, что механизм образования этих структур не связан с функциональной деятельностью скелета. Таким образом, термин „функциональные структуры" (Ландауэр) совершенно не приложим к этим образованиям. Правильнее будет их называть эмбриональными регуляционными структурами.

Какой же механизм определяет развитие этих структур? Ряд литературных данных, а также наши прежние наблюдения (5) показывают, что в ориентации костных перекладин большую роль играют натяжения среды, возникающие благодаря действию различных механических сил. В развитии трубчатых костей имеется момент, обеспечивающий создание натяжений костеогенной ткани. Этот момент — рост хрящевой болванки. Интенсивный рост хрящевых частей скелета вызывает натяжение в надкостнице, определяет ориентацию перекладин перихондральной кости и даже, как показывают опыты Меррея и Сельби, стимулирует костеобразовательный процесс. При изгибании хрящевой болванки дальнейший рост проксимальной и дистальной ее ветвей вызывает неравномерные и различно направленные натяжения в надкостнице. Во внутреннем углу изгиба, как легко себе представить, натяжения возникают в виде двух систем. Одна из этих систем соединяет расходящиеся при дальнейшем росте ветви болванки, другая — вторичная — образуется как следствие оттягивания первой системы от внутреннего угла изгиба и соединяет волокна этой системы с вершиной угла изгиба. Как было показано, при изгибах хрящевой болванки, образующихся при развитии ее в культурах на аллантоисе, структура костной ткани вполне соответствует схеме.

Если механизм образования регуляционных структур в основном является связанным с механическими силами, возникающими в результате роста хряща, то можно предположить, что воздействие хряща будет распространяться на самые разнообразные остеогенные ткани, подсаженные к хрящу. Для осуществления этого воздействия необходимо только тесное объединение хряща и подсаженной ткани. Мы провели серию опытов с куриным хрящом и человеческой надкостницей, свойства которых нам достаточно были известны.

Развитие эмбриональных регуляционных структур костной ткани при совместном культивировании на аллантоисе куриного хряща и человеческой надкостницы

На аллантоис 7-дневного куриного эмбриона высаживалась хрящевая болванка большеберцовой или трубчатой кости 7-дневного куриного эмбриона, очищенная от надхрящницы и завернутая в лоскут надкостницы, снятой с трубчатых костей $2^1/_2$—$3^1/_2$-месячного человеческого зародыша. Срок культивирования 6—12 дней.

Материалы этих опытов описываются нами в другой работе. Для данного сообщения имеет интерес развитие регуляционных костных структур. Костная ткань, развивающаяся из человеческой надкостницы, ведет себя так, как будто бы она принадлежит к комплексу куриных тканей. Межклеточные образования—коллагеновые волокна, основное костное вещество и основное вещество хряща — как куриные, так и человеческие, плотно срастаются между собой. При росте хрящевой болванки без из-

гибания человеческая костная ткань развивается вокруг болванки по типу настоящей перихондральной костной манжетки. Если болванка подвергается изгибанию, то костная ткань, как и в вышеописанных случаях, заполняет внутренний угол изгиба, образуя типичные регуляционные структуры (фиг. *B*). Человеческие ткани резко отличаются от куриных величиной ядер и хромозомным комплексом, так что возможность ошибки исключается.

Таким образом, последние опыты показывают универсальность механизма образования регуляционных структур костной ткани у высших позвоночных и позволяют подтвердить взгляд на роль хрящевого зачатка в развитии эмбрионального скелета. Уже на основании данных Ландауэра можно говорить о ведущей роли хряща в развитии эмбриональных новообразований. Ландауэр имел дело с хондродистрофическими зародышами, у которых замедлены хрящеобразовательные процессы. В силу этого происходят изгибания хрящей, вызывающие развитие „функциональных" структур костной ткани. Наши данные показывают, что в подобных случаях роль хряща заключается в создании среды натяжения, определяющей развитие костных структур, которые являются, следовательно, не функциональными, а регуляционными новообразованиями. На основании всего изложенного можно сказать, что организм в эмбриональном состоянии обладает механизмами, способными к сложнейшим автономным регуляционным процессам, что проявляется при различных нарушениях нормального процесса остеогенеза.

Отделение гистогенеза Института экспериментального морфогенеза. Москва, Останкино.

Поступило 14 VII 1934.

BIOLOGY

THE MECHANISM OF THE FORMATION OF REGULATING STRUCTURES IN THE EMBRYONIC SKELETON

By A. STUDITSKIJ

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 14. VII. 1934*)

In 1927 Landauer (1) described a specific hereditary malformation of the tibia in the skeleton of embryo of the chondro-dystrophic short-legged chicken (creeper), manifesting itself in a crook of this bone. Furthermore, this crookedness of the bone is compensated by the development at the place of the bend by a callosity having a characteristic texture, which Landauer calls a 'functional structure', and which he considers to be determined by the general muscular tonicity of the foetus.

However, data from cultures of skeletal elements *in vitro* and on the allantois show that in the development of the structure of embryonic bones functional reactions play a very small role. From the time when Fell (2) obtained an organo-typical development of embryonic tubular bones *in vitro* there has been no doubt that a self-differentiating system appears in the first stages of the development of the embryonic skeleton. Murray and Selby (3) in their experiments in cultures of embryo skeletons on the allantois showed the autonomicity of the development of articular surfaces and of the general forms of the tubular bones. Studitski (4) succeeded in demonstrating the autonomy of the change of cartilage to osseous tissue in the embryonic development of the skeleton.

The question before us is: what are the laws that determine the development of the osseous structure of the embryonal skeleton? Murray and Selby describe an unbalanced development of the osseous tissue of the long bones in cultures on the allantois on bending the cartilaginous matrix. It may be supposed that these authors had to do with compensating structures, related in texture to the 'functional structures' of Landauer, although they give no description of the microscopic picture. There is thus ground for thinking that in the development of such structures, the functional phase has no essential significance. In order to clarify the question of the significance of function and of other factors in the architectural development of the embryonal long bones, we carried out a nuber of experiments, the results of which are set forth in this paper.

Structure of Maldeveloping Embryonal Long Bones

In the course of our work, we unfortunately did not have at our disposal the material on the creepers, so that research on the structure of the embryonal tibial bones of this fowl was not conducted. However, in investigating the skeletons of a large number of chick embryos, we happened to discover an analogous deformity in a 19-day embryo. This embryo did not differ from others of equal age in any respects except that the structure of both tibias was abnormal. Investigation of these bones showed the following (Fig. *A*, p. 635).

The bone was bent in the central portion so that the proximal and distal ends formed an angle of about 120°. The formation of the medullary cavity included about a third of the middle part of the cartilaginous matrix. The proximal articulatory surface was flattened, the neck was narrowed so that the head was fungiform. The distal end developed normally. Ossification was considerably weaker than normal. Osseous tissue developed principally at the point of the bend, with the formation of a flat compensating callosity. The structure of the osseous tissue in general was typical of the embryonal large-fibrous bones, but a definite regularity was apparent in the orientation of the osseous lamellae. Most of the layers were directed toward the apex of the internal angle of the crook, forming in this region a characteristic radial structure. Inspection under the high powers showed that the axes of the osteoblasts here were likewise oriented in the direction of the radial osseous lamellae.

A description of this deformity of the tibia shows that we have to do with structures remarkably similar to the 'functional structures' decribed by Landauer in embryos of creeper chicks. It may be considered that the mechanism of formation of these structures was the same in both cases. Our principal purpose was to investigate whether such structures can develop in isolation from functional irritations, under the conditions of cultivation on the allantois. The first series of our experiments gave an affirmative answer to this question.

Development of the Structure of Osseous Tissue in Cultures of the Embryonal Tibia on the Allantois

On the allantois of a 7-day chicken embryo were implanted 8 embryonal tibias and 7 embryonal femurs of chicken embryos of 7-days incubation. Period of cultivation — 12 days. In the course of this period, the embryonal tibias attained a length of 18 mm; the femurs, 13 to 14 mm. Data concerning the development of the external shape of the bones coincide with the data of Murray and Selby. As concerns the internal architecture of the osseous tissue, the compensating structure developing as a result of bending the embryonic bones has, for us, a special interest. There were three such cases in our experiments. In all these cases the structures were analogous and similar to that described above (Fig. *B*, p. 635).

The bent bones generally lag in growth behind those that grow straight. The medullary cavity occupies less extent. Ossification is considerably weaker than in growth without deformation, and the basic mass of the osseous tissue occupies the angle of the bend. A large part of the osseous lamellae take a direction radially toward the vertex of the angle formed by bending.

The formation of a compensating osseous structure in isolated development on the allantois of embryonic skeletal elements under conditions of absence of functional irritation, indicates that the mechanism of the formation of these structures is not connected with the functional activity

of the skeleton. It thus appears that the term 'functional structures' (Landauer) is quite inapplicable to these formations. It would be more correct to call them embryonal regulatory structures.

What mechanism determines the development of these structures? A number of data from the literature, as well as our own previous observations (5), indicate that the tension of the medium, arising from the action of various mechanical forces, plays a great role in the orientation of the osseous lamellae. In the development of the long bones there is a phase which insures the establishment of tension of the osteogenous tissues. This phase is the growth of the cartilaginous matrix. The intensive growth of the cartilaginous parts of the skeleton, which causes a strain on the periosteum, determines the orientation of lamellae of the perichondral bone, and even, as the experiments of Murray and Selby show, stimulates the process of bone formation. When the cartilaginous matrix is bent, the subsequent growth of its proximal and distal portions calls forth different and unequal tensions in the periosteum. In the inner angle of the flexure, as one can easily imagine, tensions arise in the form of the two series. One of these series unites the two wings of the matrix diverging with further growth; the other, — secondary — is formed as a result of the withdrawing of the first series from the inner angle of the bend, and unites the fibres of this series with the vertex of the angle of the flexure. As has been shown, when flexures in the cartilaginous matrix take place in its development in cultures on the allantois, the osseous structures correspond fully to this scheme.

If the mechanism of the formation of the regulatory structure is basically connected with mechanical forces arising as a result of the growth of the cartilage, then it can be supposed that the reaction of the cartilage will disperse unto the various osteogenetic tissues seated on the cartilage. That such a reaction should be realized, it is only needful that there be a close union of the cartilage and of the tissues seated therein. We carried out a series of experiments with chicken cartilage and human periosteum, with whose characteristics we were sufficiently acquainted.

The Development of Embryonal Regulating Structures in Osseous Tissue when Chicken Cartilage and Human Periosteum are Grown on the Allantois together

On the allantois of a 7-day chicken embryo was implanted the cartilaginous matrix of a tibia or other long bone of a 7-day chicken embryo, denuded of the perichondrium and wrapped in a fragment of periosteum taken from a long bone of a $2^1/_2$ to $3^1/_2$ months old human foetus. Period of cultivation, 6 to 12 days.

We have dessribed the results obtained in these experiments in another place.

In this present communication, what is of interest is the development of the osseous regulating structures. The osseous tissue developing from the human periosteum behaved just as if it belonged to the complex of chicken tissues. The intercellular formation, collagenous fibres, the ground substance of bone and the ground substance of cartilage, chicken as well as human, coalesced compactly with each other. When the cartilaginous matrix grew without having been bent, the human osseous tissue developed around the matrix according to the type of a genuine perichondral osseous 'cuff'. If the matrix were subjected to flexion, then the osseous tissue, as in the instances cited above, filled the inner angle of the flexure, forming typical regulatory structures, (fig. *B*, p. 635). The human tissues differed glaringly from those of the chicken in size of nuclei and in the chromosome complex, so that there was no possibility of mistake.

Thus, these last experiments demonstrate the universality of the mechanism of the formation of regulatory structures in bony tissue in the higher vertebrates and justify a confirmation of the views on the role of the cartilaginous germ in the development of the embryonal skeleton. On the basis of the data of Landauer we can now speak of the leading role of cartilage in the development of embryonal new formations. Landauer had to do with chondro-dystrophic embryos in which the process of cartilage formation was retarded. As a result of this there occurred a flexure of the cartilage, entailing the development of 'functional structures' in the osseous tissue. Our own researches show that in such cases the role of the cartilage consists in the creation of a tension medium determining the development of the osseous structures, which consequently are not functional, but regulatory. On the basis of what has been stated, it can be affirmed that an organism in the embryonal state is possessed of mechanisms that are capable of the most complicated autonomous regulatory processes, as becomes manifest in the presence of various disturbances of the normal process of osteogenesis.

Department of Histogenesis, Institute of Experimental Morphology. Moscow, Ostankino.

Received 14 IIV 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Landauer. Archiv f. Entw.-Mech., 1927, Bd. 110; 1929, Bd. 115; ZS. f. mikr.-anat. Forsch., 1931, Bd. 25. [2] Fell and Robinson. Biochem. journ., 1929, v. 23. [3] Murray and Selby. Archiv f. Entw.-Mech., 1930, Bd. 112. [4] А. Студитский. Биол. журнал, 1933, т. 2. A. Studitskij. Biol. Journ., 1933, v. 2. [5] A. Studitskij. ZS. f. Zellf u. mikr. An., 1934, Bd. 20.

ГЕНЕТИКА

Ю. Я. КЕРКИС

РАЗВИТИЕ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ У МЕЖРАСОВЫХ ГИБРИДОВ *DROSOPHILA PSEUDOOBSCURA*

(Представлено академиком ВУАН А. А. Сапегиным 21 VII 1934)

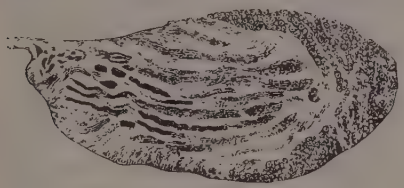
Ланцефильд ([1,2]) описал у *Drosophila obscura* две не отличимые друг от друга по своим внешним признакам физиологические расы, мужские гибриды между которыми полностью стерильны, плодовитость же женских значительно понижена. Согласно исследованиям Доброжанского и Боше ([3]) и Доброжанского ([4]), стерильность гибридных самцов и пониженная плодовитость самок обусловливается несоответствием комплементарных факторов у скрещиваемых рас, вследствие чего нарушается нормальный процесс спермиогенеза.

Физиологические расы у *Drosophila pseudoobscura* являются прекрасным примером видового обособления, которое в данном случае еще не зашло так далеко, как в случае *Dr. melanogaster* и *Dr. simulans*, являющихся уже вполне обособившимися друг от друга видами. Так как одна из причин стерильности гибридных самцов в межрасовых скрещиваниях *Dr. pseudoobscura* лежит в нарушении нормального развития семенников, то для понимания механизма возникновения этой стерильности очевидный интерес представляет возможно более детальное сравнение развития половых желез у этих гибридов (являющихся промежуточным звеном между полностью плодовитыми и полностью стерильными гибридами) с таковыми у гибридов между *Dr. melanogaster* и *Dr. simulans*.

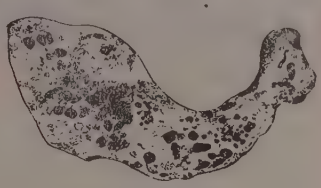
В настоящем сообщении приводятся предварительные данные о росте и гистологическом строении гонад у самцов и самок *A* и *B* рас *Dr. pseudoobscura* и у прямых и реципрокных гибридов между ними.

Рост мужских половых желез. Размеры семенников у *A* и *B* рас *Dr. pseudoobscura* оказываются сходными, как на соответствующих друг другу стадиях всего онтогенетического развития, так и у взрослых самцов. У гибридных самцов, получающихся в обоих скрещиваниях ($♀B \times ♂A$ и $♀A \times ♂B$), размеры гонад в течении первых 2—2½ суток после вылупления личинки из яйца, т. е. в первую половину личиночной жизни, почти полностью совпадают с размерами семенников у обоих исходных рас на тех же стадиях развития. Однако, в начале третьих суток личиночной жизни гибридных самцов скрещивания $♀B \times ♂A$ кривые роста семенников начинают расходиться с кривыми роста семенников обоих исходных рас и гибридов $♀A \times ♂B$.

Это различие в размерах семенников (у гибридов $♀B \times ♂A$) с возрастом становится все более значительным, и у взрослых самцов этого скрещивания размеры семенников составляют только около 50% величины таковых у самцов обеих исход-



Фиг. 1.—Fig. 1.



Фиг. 2.—Fig. 2.

ных рас. У гибридных самцов скрещивание $♀A \times ♂B$ размеры семенников практически не обнаруживают отличий от таковых обеих исходных рас, и кривые роста их оказываются очень сходными.

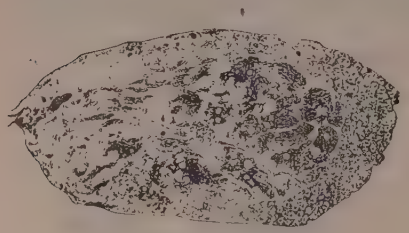
Рост женских половых желез. Размеры яичников у обеих исходных рас и у прямых и реципрокных гибридов между ними в течение всего личиночного и куколочного развития равно как и у взрослых самок, оказываются почти тождественными, и гибридные яичники не обнаруживают никакой, даже самой незначительной редукции своих размеров.

Гистологическое строение мужских гонад. Гистологическое строение семенников у взрослых самцов обеих изучавшихся рас оказывается сходным. Как видно из фиг. 1 семенники взрослого самца оказываются почти целиком выполненными пучками зрелых сперматозоидов и только в апикальных частях семенников содержится сравнительно небольшое число сперматогоний и сперматоцитов 1-го и 2-го порядка. Первые следы образования пучков спермы наблюдаются у обеих исходных рас в конце 2-х суток куколочного развития, причем во 2-й половине куколочной жизни бо́льшая часть объема всего семенника оказывается заполненной уже образовавшимися сперматозоидами.

Строение семенников у взрослых гибридных самцов различно в зависимости от направления скрещивания. На фиг. 2 изображено гистологическое строение семенника гибридного самца от скрещивания $♀B \times ♂A$. Самцы этого скрещивания имеют семенники, обнаруживающие чрезвычайно резко выраженный распад тестикулярной ткани. Как видно из рисунка, ткань семенников у этих самцов представляет собой бесструктурную массу, среди которой разбросаны отдельные очень не многочисленные сперматогониальные клетки.* Несмотря на столь значительную дегенерацию семенников у взрослых гибридных самцов, у мужских личинок этого же скрещивания в течение первых 2—3 суток после вылупления из яйца половые железы не обнаруживают дегенерации, и их гистологическое строение оказывается подобным таковому у исходных рас на тех же стадиях развития. Таким образом, момент появления ненормальностей в гистологическом строении семенников у мужских личинок скрещивания $♀B \times ♂A$ довольно точно совпадает с моментом начала отставания семенников в росте.

* Сходные же картины в семенниках гибридов скрещивания $♀B \times ♂A$ наблюдали Добржанский и Боше (3).

Гибридные самцы, получающиеся в скрещивании $♀A \times ♂B$ и имеющие семенники нормальных размеров, хотя и обнаруживают некоторые ненормальности в своем гистологическом строении, но не в такой степени, как у гибридов реципрокного скрещивания. Помимо ряда неправильностей в поведении хромозом описанных Доброжанским (4), семенники гибридов этого скрещивания имеют ряд ненормальностей в своем гистологическом строении. Наблюдаемые в таких семенниках картины носят как бы промежуточный характер между строением семенников у исходных рас, с одной стороны, и у гибридов $♀B \times ♂A$, с другой. Как видно из фиг. 3, апикальные участки семенников гибридов этого скрещивания заполнены сперматогониями и сперматоцитами, в которых хотя и наблюдаются неправильности в поведении хромозом, описанные Доброжанским (4), но отсутствуют какие-либо резкие дегенеративные процессы. Значительная же часть остального объема семенников выполнена группами очень крупных, ненормально удлиненных сперматид и беспорядочно расположенными пучками образующихся сперматозоидов, которые, однако, оказываются не в состоянии закончить свой гистогенез. Гистологические картины, наблюдающиеся в семенниках взрослых гибридов $♀A \times ♂B$ являются, таким образом, как бы промежуточными между таковыми у гибридных самцов реципрокного скрещивания и у исходных рас.



Фиг. 3.—Fig. 3.

Гистологическое строение женских гонад. Гистологическое строение яичников у обеих исходных рас и прямых и реципрокных гибридов между ними сходно, как у взрослых самок, так и на протяжении всего онтогенетического развития.

При изучении развития половых желез у полностью стерильных гибридов между *Dr. melanogaster* и *Dr. simulans* нами (5) было установлено, что различие в характере роста и в гистологическом строении гонад проявляются как у мужских так и у женских гибридов уже с самых первых стадий онтогенеза. Нечто иное имеет место у межрасовых гибридов *Dr. pseudoobscura*. У этих гибридов рост и гистологическое строение половых желез в течение первой половины личиночного развития оказываются совершенно сходными с таковыми у обеих исходных рас. Процессы, нарушающие нормальное протекание спермиогенеза и роста семенников у гибридов скрещивания $♀B \times ♂A$, начинают проявляться только в средине личиночного развития и прогрессируя приводят к полной дегенерации тестикулярной ткани и к очень сильной редукции размеров семенника у imago. В реципрокном скрещивании нарушение развития семенников оказывается значительно менее сильным, благодаря чему размеры гибридных семенников оказываются не измененными и спермиогенез протекает значительно дольше. Доброжанский и Шульц (6) и Керкис(5) показали, что в случае гибридизации *melanogaster* и *simulans*, причина стерильности лежит не в отсутствии конъюгации между хромозомами скрещиваемых форм, а в нарушении процессов, управляющих нормальным развитием половых желез. Это относится, повидимому, и к межрассовым гибридам *Dr. pseudoobscura*, причем в обоих случаях действие этих процессов становится видимым раньше тех стадий, на которых конъюгация хромозом имеет место. Сущность этих процессов нам в настоящее время еще неизвестна, как неизвестен вообще механизм действия генов. Причины же их — специфическое нарушение генного баланса вследствие различий в наследственном материале скрещиваемых форм.* Полученные данные наглядно показывают, что у гибридов между *melanogaster* и *simulans*, с одной стороны, и между *A* и *B* расами *pseudoobscura*, с другой, процессы,

* Коллер (7) нашел, что стерильность гибридов между *A* и *B* расами *Dr. pseudoobscura* обусловливается генетической несовместимостью *X*- и *Y*-Хромосом у обеих рас.

обусловливающие стерильность, действуют различно, причем, в первом случае действие их проявляется значительно раньше, чем во втором. Степень активности процессов, обусловливающих стерильность гибридов, зависит не только от большей или меньшей генетической обособленности скрещиваемых видов или рас, но и от внутренних физиологических условий создающихся в гибридном организме.

Институт генетики Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
21. VII. 1934.

GENETICS

DEVELOPMENT OF THE SEXUAL GLANDS IN INTER-RACIAL HYBRIDS OF *DROSOPHILA PSEUDOOBSCURA*

By J. KERKIS

(*Communicated by A. Sapehin, Member of the Ukrainian Academy, 21. VII. 1934*)

Lancefield [1,2] has described two physiological races of *Drosophila obscura* not differing from each other in their external chararters, the male hybrids of which are completely sterile, while the fertility of the female hybrids is very low. According to the investigations of Th. Dobzhansky and R. D. Boche [3], and Dobzhansky [4], the sterility of the hybrid males and the lowered fertility of the females are conditioned by the disparity between the complementary factors in the crossed races, as a result of which the normal process of spermatogenesis is upset. The physiological races of *Drosophila obscura* constitute a good example of specific differentiation, which in this case has not gone so far as in the case of *Drosophila melanogaster* and *Dr. simulans*, which represent completely differentiated species. Since one of the causes of the sterility of hybrid males in interracial crosses of *Dr. pseudoobscura* lies in the detention of the normal development of the testes, it is of interest for understanding the mechanism which originates this sterility, to make a detailed comparison of the development of the sexual glands in these hybrids (representing an intermediary step between completely fertile and completely sterile hybrids) with that of hybrids of *Dr. melanogaster* and *Dr. simulans*.

In the present communication preliminary data are being presented on the growth and histological structure of the gonads in males and females of the races *A* and *B* of *Dr. obscura* and of their reciprocal crosses.

Growth of the male sex-glands. The dimensions of the testes in the races *A* and *B* of *Dr. pseudoobscura* are similar, both at corresponding stages in their ontogenetical development and in the grown males. In the hybrid males obtained from both crosses ($\varphi B \times \delta A$ and $\varphi A \times \delta B$), the dimensions of the gonads during the first 2—2½ days after the hatching of the larva from the egg, i. e. in the first half of the larval life, almost perfectly coincide with the dimensions of the testes in both the original races at the same stages of development. However, at the beginning of the third day of larval life, for hybrid males resulting from $\varphi B \times \delta A$, the curve of growth of the testes begins to depart from the curves for the original races and the reciprocal hybrid ($\varphi A \times \delta B$). This difference in the dimensions of the testes (in hybrids $\varphi B \times \delta A$) becomes increasingly more noticeable with age, and in grown males of this cross the dimensions of the testes are only 50% of those in males of either parent race. In hybrid males of the cross $\varphi A \times \delta B$, the dimensions of the testes display practically no difference from those of the parent races, and the curves of growth are very similar.

Growth of the female sex-glands. The dimensions of the ovaries in both parent races and in their reciprocal hybrids are almost identical, as well during the entire larval and pupal development, as in the adult females, the hybrid ovaries not even displaying the slightest reduction in their dimensions.

Histological structure of the male sex-glands. The histological structure of the testes in adult males of the two investigated races is similar. As seen in fig. 1 (p. 641), the testes of the adult male are almost completely filled with clusters of mature spermatozoids, and only the apical parts of the testes contain a comparatively small number of spermatogonial cells and spermatocytes of the 1st and 2nd order. The first traces of the formation of sperm are observable in both parent races at the end of the second day of pupal development, while in the second half of the pupal life the greater part of the testes is full of spermatozoids already formed.

The structure of the testes in adult hybrid males varies according to the direction of hybridization. Fig. 2 shows the histological structure of the testes of a hybrid male from the cross $\varphi B \times \delta A$. These males display an extremely sharp desintegration of the testicular tissue, which, as can be seen in the figure, is represented by a structureless mass within which are scattered a few individual spermatogonial cells.* In spite of such pronounced degeneration of the testes in adult hybrid males, the sexual glands of male larvae of this cross do not disclose a degeneration during the first two or three days after hatching, and the histological structure corresponds to that of the parent races in the same stages of development. Thus, the moment of appearance of abnormalities in the structure of the testes of the cross $\varphi B \times \delta A$, coincides fairly closely with the beginning of retardation in the growth of the testes.

Hybrid males obtained from the cross $\varphi A \times \delta B$ which have testes of normal dimensions, also display some abnormalities in their structure, although not to the same extent as in the case of the reciprocal cross. The pictures observed in such testes possess a somewhat intermediate character between the structure of the testes in the parent races, on the one hand, and the hybrids $\varphi B \times \delta A$, on the other. As is seen in fig. 3, the apical parts of testes of hybrids of this cross are full of spermatogonial cells and of spermatocytes in which there are no sharp degeneration processes, although the irregularities in the behaviour of the chromosomes described by Dobzhansky (4) may be observed. A considerable part, however, of the remaining volume of the testes is filled with groups of very large, abnormally long spermatids and irregularly arranged clusters of spermatozoids in formation, which, though, are not in a state to complete their histogenesis.

Histological structure of the female gonads. The histological structure of the female gonads of the ovaries of both parent races and their reciprocal hybrids are similar in the adults as well as in all stages of ontogenic development.

In studying the development of the sexual glands of hybrids between *Dr. melanogaster* and *Dr. simulans*, which are always completely sterile, it was shown by us (5) that the difference in the character of growth and in the histological structure of the gonads appears both in male and in female hybrids, in the first stages of ontogenesis, differing, as we have seen, from the situation in *Dr. pseudoobscura*, in that the hybrids here do not exhibit a difference in the first half of larval development, and, only in the case of male larvae of the cross $\varphi B \times \delta A$ there is further on a lagging in the development of the testicular tissue, which leads to its marked degeneration.

The sterility of the *melanogaster* × *simulans* hybrids, as shown by Dobzhansky and Schultz (6) and Kerkis (5), does not lie in the absence of conjugation of the chromosomes in the forms crossed, but in the disturbance of the processes which control the normal development of the sex-glands. This apparently applies to interracial hybrids of *Dr. pseudoobscura*, in which connexion in both cases the operation of these processes is not known to us at the present time, as in general, the mechanism of the behaviour of chromosomes is unknown. Their cause, however, is the specific disturbance of the genetic balance as a result of differences in the heredi-

* Dobzhansky and Boche (3) observed similar pictures in the testes of hybrids of $\varphi B \times \delta A$.

tary material of the crossed forms.* The data obtained graphically show that in hybrids of *melanogaster* and *simulans*, on the one hand, and between the *A* and *B* races of *pseudoobscura*, on the other, the processes conditioning sterility operate differently, their operation becoming apparent much earlier in the first case than in the second. The degree of activity of the processes conditioning sterility of hybrids, depends not only on the greater of lesser genetic differentiation between the two species or races crossed, but also on the internal physiological conditions of the organism.

Genetics Institute
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
21. VII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] D. E. Lancefield. Anat. Record, 31, 1925, pp. 346. [2] D. E. Lancefield. ZS. ind. Abst. u. Vererbungsl., 52, 1929, pp. 287—317. [3] Th. Dobzhansky and R. D. Boche. Biol. Zentrbl., 53, H. 5/6, 1933, SS. 314—330. [4] Th. Dobzhansky. Proc. Nat. Acad. Sci., vol. 19, No. 4, 1933, pp. 397—403. [5] J. Kerkis. Journ. Exp. Zool., vol. 66, No 3, 1933, pp. 477—509. [6] J. Schultz and Th. Dobzhansky. Journ. Exp. Zool., 65, 1933, pp. 73—82. [7] P. Ch. Koller. ZS. f. ind. Abst. u. Vererbungsl., 60, H. 2/3, 1932, SS. 137—151.

ПЕТРОГРАФИЯ

А. Н. ЗАВАРИЦКИЙ

О ПСЕВДОЛЕЙЦИТОВЫХ И ЭПИЛЕЙЦИТОВЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ

(*Представлено академиком Ф. Ю. Левинсон-Лессингом 21 VII 1934*)

При изучении щелочных пород с реки Ишима (Западная Сибирь) была встречена интересная горная порода с псевдоморфозами по лейциту. Ее геологические отношения не ясны. Порода эта обнажается на небольших холмиках в внутренней части площади, сложенной главным образом нефелиновыми сиенитами вместе с щелочными сиенитами, гнейсовидными канкринитовыми и скаполитовыми сиенитами, эссекситом и меланократовым кенталленитом. Все эти породы слагают отдельные обнажения среди площади, покрытой элювиальными образованиями.

Под микроскопом можно различить две разновидности рассматриваемой породы.

Первый тип — темноокрашенная порода с белыми псевдоморфозами по лейциту около 1—2 см в диаметре, заключенными в темносерой афанитовой основной массе. На выветрелой поверхности породы нередко можно видеть рельефно выступающие благодаря выветриванию грани лейцитовых кристаллов.

Второй тип представляет лейкократовую породу беловатую или светлорозовую. Очертания лейцитовых кристаллов едва заметны как в свежем изломе, так и на выветрелой поверхности.

При исследовании под микроскопом эти два типа обнаруживают такие особенности.

1) Первый тип. Фенокристаллы, представленные псевдоморфозами по лейциту, образованы из смеси ортоклаза и мусковита в табличках, достигающих 0.2 мм в диаметре. Оба минерала, повидимому, принад-

* Koller (7) found that the sterility of hybrids of races *A* and *B* of *Dr. pseudoobscura* is conditioned by the genetic incompatibility of the *X*- and *Y*-chromosomes in both races.

лежат к одной генерации. Следов бывшего нефелина, замещенного слюдой, не видно. Ортоклаз и мусковит обычно неравномерно распределены в псевдоморфозах. Иногда более крупные неделимые обоих минералов, преимущественно ортоклаза, более часты на периферии фенокристаллов. Заметной „палисадной“структуры, обычной в псевдолейцитовых кристаллах не было встречено. Как случайные минералы, очень редко присутствуют среди ортоклазово-мусковитового агрегата кальцит и альбит.

Темная окраска основной массы породы зависит от обильных чешуек зеленоватобурого биотита, который вместе с ортоклазом и мусковитом является существенной составной частью основной массы.

Среди фенокристаллов кроме псевдоморфоз по лейциту можно видеть более мелкие кристаллы ортоклаза и цветного минерала, замещенного биотитом и кальцитом. Псевдоморфозы по цветному минералу образованы с наружной стороны пластинками биотита и кальцитом в средине. К этим минералам присоединяются часто магнетит и апатит.

Текстура основной массы представляется трахитовидной, благодаря многочисленным мелким лейстам ортоклаза размером 0.2 мм в длину и 0.03 мм в ширину, смешанным с чешуйками биотита. В некоторых местах можно заметить округлые очертания небольших кристаллов лейцита, замещенного ортоклазом. Более близкое исследование деталей структуры обнаруживает, что она представляет реликтовую структуру первоначальной породы, и что в теперешнем ее виде взаимные отношения ортоклаза и биотита отвечают кристаллобластической структуре метаморфизованной породы.

Как акцессорные минералы присутствуют магнетит, апатит и как случайные — альбит и кальцит.

Химический анализ породы дал следующие результаты:

		Нормативный состав	
SiO_2	52.94		
TiO_2	0.44		
Al_2O_4	21.32	or 49.5	
Fe_2O_3	1.29	ab 11.0	
FeO	2.82	an 15.3	
MnO	0.85	ne 12.5	
MgO	0.71	wo 0.2	
CaO	3.21	en 0.1	di 0.4
Na_2O	4.04	fs 0.1	
K_2O	8.37	fo 1.2	
H_2O+	3.21	fa 2.9	ol 4.1
H_2O-	0.22	mt 1.9	
CO_2	1.67	il 0.8	
		H_2O и CO_2 ок. 5	
		Символ 1.' (5) 6.2.3	

На фиг. 1 представлен облик породы под микроскопом.

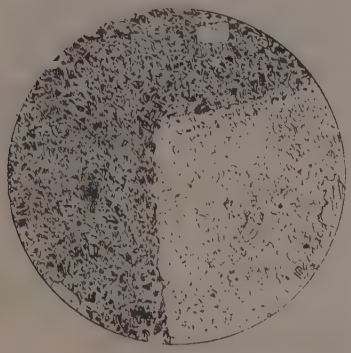
II. Второй тип. В этом типе биотит отсутствует. Псевдоморфозы по лейциту легче видны не вооруженным глазом. Под микроскопом можно заметить их очертания, только благодаря более крупным размерам ортоклазовых зерен и пластинок мусковита, которые образуют псевдоморфозы.

Микролитовая структура основной массы исчезла; основная масса представляет равномернозернистую смесь ортоклаза и чешуек слюды, и иногда пропитана водными окислами железа. В одном образце такой породы были встречены превращенные в ярозит кристаллы пирита.

Исследование обоих разновидностей породы приводит к заключению, что превращение лейцитовых кристаллов в смесь ортоклаза и муско-

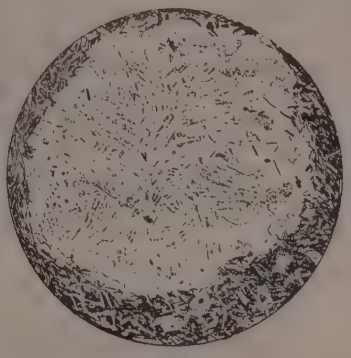
вита не предварялось образованием псевдолейцита, состоящего из ортоклаза и нефелина. Оба минерала, ортоклаз и мусковит, скорее всего развивались одновременно, и такое изменение лейцитовых кристаллов имело место после полного застывания породы. В этом отношении рассматриваемые породы существенно отличаются от известных, описанных многими авторами, пород псевдолейцитовых.

Как показали Bowen и Morey превращение лейцитовых кристаллов в псевдолейциты (ортоклаз + нефелин), являясь результатом инконгруэнтного плавления калиевого полевого шпата, происходит благодаря реакции в магматическую стадию развития породы. Прекрасный пример таких пород, обнаруженных в СССР, можно найти в псевдолейцитовом тингуаите, недавно описанном В. Н. Зверевым (1). Ортоклаз и нефелин



Фиг. 1. Эпилейцитовый порфир (р. Ишим). Псевдоморфоз по лейциту справа. Основная масса богата биотитом.

Fig. 1. Epileucite porphyry (the Ishim River). A pseudomorph after leucite to the right; groundmass rich in biotite.



Фиг. 2. Псевдолейцитовый тингуаит (томмотский район). Основная масса богата эгирином.

Fig. 2. Pseudoleucite tinguaite (Tommot district). Nephelite is dotted; groundmass rich in aegirite.

замещают здесь лейцит, образуя мирмекитоподобные прорастания. Основная масса этой породы богата эгирином. Фиг. 2 представляет вид ее под микроскопом.

Хотя в некоторых случаях, как это указывается некоторыми авторами, нефелин псевдолейцитов может подвергнуться дальнейшему изменению в мусковит, однако кажется возможным или даже вероятным, что в других случаях может иметь место прямое превращение лейцита в ортоклаз и мусковит, согласно реакции, давно указанной Ван Хайзом:

$$6\ KAlSi_2O_6 + Co_2 + H_2O = 3\ KAlSi_3O_8 + H_2Al_3Si_3O_{12} + K_2CO_3.$$

Породы с Ишима можно рассматривать как пример, где мы имеем такое превращение лейцита в ортоклаз и мусковит. Парагенезис этих минералов, а также присутствие ярозитовых псевдоморфоз по кристаллам пирита позволяет предположить, что причиной превращения лейцита было действие термальных постмагматических растворов.

Порода Ишима имеет некоторое сходство с известным лейцитовым порфиром из Loch Mheallain (Assynt, Шотландия), описанным Шэндом (2) и особенно с псевдолейцитовым порфиром из Mineral Hill (3)

Folio U. S. A), где и геологическое нахождение породы имеет сходные черты с Ишимским месторождением. Можно также упомянуть описанные Зауэром (4) лейцитофиры с псевдоморфозами ортоклаза и мусковита по лейциту. В первых двух случаях, по имеющемуся описанию авторов, нефелин псевдолейцита замещен мусковитом, хотя бесспорных доказательств этого нельзя дать. В третьем случае прямое превращение лейцита в смесь ортоклаза и мусковита кажется более вероятным.

Существенное генетическое различие между образованием псевдолейцита (ортоклаз + нефелин) при взаимной реакции между лейцитом и магмой и развитием мусковита вместе с ортоклазом в гидротермальную стадию образования породы заставляет различать эти два процесса и представляется желательным для обозначения их результатов употреблять различные термины. Породы с псевдоморфозами ортоклаза и мусковита по лейцитовым кристаллам в случае, когда эти псевдоморфозы образовались независимо от предварительного образования псевдолейцита (ортоклаз + нефелин), или когда последнее превращение не может быть определенно доказано, следовало бы называть особым термином. Наиболее подходящим термином представляется название „эпилейцитовые" породы. Тогда Ишимская порода должна быть названа „эпилейцитовым порфиром".

Петрографический институт
Академии Наук СССР.

Поступило
21. VII. 1934

PETROGRAPHY

ON PSEUDOLEUCITIC AND EPILEUCITIC ROCKS

By A. ZAVARICKIJ

(*Communicated by F. Loevinson-Lessing, Member of the Academy, 21. VII. 1934*)

While studying the alkaline rocks of the Ishim River (West Siberia) an interesting rock with pseudomorphs after leucite has been met with. Its geological relations are not quite clear. The rock is outcropping on small hillocks in the inner part of an area composed mostly of nephelite syenites associated with alkaline syenites, gneissoid cancrinite and scapolite syenites, essexite and melanocratic kentallenite. All these rocks form separate outcrops within the area covered with eluvial formations.

When examined microscopically two varieties of the rock we deal with may be distinguished.

The first type is a dark coloured rock containing white pseudomorphs on leucite about 1—2 cm in diameter imbedded in a dark grey aphanitic groundmass. On the weathered surface of the rock the faces of the leucite crystals standing out in relief through weathering can be seen not infrequently.

The second type is a leucocratic rock whitish or light pink in colour; the outlines of leucite crystals are hardly to be seen both in the fresh fracture of the rock and on its weathered surface.

When examined under the microscope these two types of the rock show the following features.

I. First type. The phenocrysts represented by pseudomorphs on leucite, are composed of a mixture of orthoclase and muscovite in plates attaining 0.2 mm in diameter. Both minerals seem to be of the same generation. No traces of nephelite as former mineral replaced by mica are to be seen.

Orthoclase and muscovite are usually irregularly distributed whithin the pseudomorph. Sometimes the larger individuals of both minerals, mainly of orthoclase, are more frequent on the periphery of the phenocrysts. No distinct palisade-structure, which is common in pseudoleucite csystals, has been met with.

As accidental minerals calcite and albite are very rarely present amidst the orthoclase-muscovite aggregate.

The dark colour of the groundmass of the rock is due to abundant thin flakes of greeny-brown biotite which is, together with white mica and orthoclase, an essential component of the groundmass.

Among the phenocrysts smaller crystals of orthoclase and a mafic mineral replaced by biotite and calcite are to be seen besides the pseudomorphs on leucite. The pseudomorphs on the mafic mineral are composed of plates of biotite in their outer part and of calcite in the middle. Magnetite and apatite are often associated with these minerals.

The texture of the groundmass appears to be trachytoidal owing to numerous minute laths of orthoclase 0.2 mm long and 0.03 mm wide mingled with biotite flakes. In many places the rounded outlines of small leucite crystals replaced by orthoclase may be noticed.

A closer examination of the details of the texture shows that it is a relic-texture of the original rock and that in the present state the mutual relations of orthoclase and biotite crystals correspond to a crystalloblastic texture of a metamorphosed rock.

As accessory minerals magnetite, apatite, and accidentally calcite and albite are present.

The chemical analysis of this rock gives the following results:

		Norm		
SiO_2	52.94	or	49.5	
TiO_2	0.44	ab	11.0	
Al_2O_3	21.32	an	15.3	
Fe_2O_3	1.29	ne	12.5	
FeO	2.82	wo	0.2	
MnO	0.15	en	0.1	di 0.4
MgO	0.71	fs	0.1	
CaO	3.21	fo	1.2	
Na_2O	4.04	fa	2.9	ol 4.1
K_2O	8.37	mt	1.9	
H_2O+	3.12	il	0.8	
H_2O-	0.22	H_2O and CO_2	5.0	
CO_2	1.67	Symbol	1.(5).6.2.3	
Total	100.30			

Fig. 1. shows the rock as seen under the microscope (p. 647).

II. Second type. Biotite is absent in this type of the rock. The pseudomorphs after leucite are easier to be seen megascopically. Under the microscope one can notice their outlines only owing to the larger dimensions of orthoclase grains and of muscovite plates which form the pseudomorph.

The microlitic texture of the groundmass is obliterated, the groundmass presents an equigranular mixture of orthoclase and colourless mica flakes and is sometimes impregnated with iron hydroxides. In a specimen of such a rock jarosite replacing crystals of pyrite was found.

The examination of both varieties of the rock leads to the conclusion that the transformation of leucite into a mixture of orthoclase and musco-

vite has not been preceded by the formation of pseudoleucite consisting of orthoclase and nephelite. Both minerals, orthoclase and muscovite, have most probably been developed simultaneously, and this alteration of the leucite crystals has taken place after the complete solidification of the rock. In this respect the rock under consideration differs essentially from the well-known pseudoleucite rocks described by many authors.

As it has been shown by Bowen and Morey, the transformation of leucite crystals into pseudoleucite (orthoclase + nephelite), being due to the incongruent melting of potash feldspar, takes place owing to the reaction in the magmatic stage of the evolution of a rock. An excellent example of such rocks discovered in this country may be found in the pseudoleucite tinguaite from Tommot district, recently described by V. Zverev (1). Orthoclase and nephelite replace the phenocrysts of leucite forming myrmekite-like intergrowths. The groundmass of the rock is rich in aegirite. Fig. 2 (p. 647) shows the appearance of this rock in a thin section.

Although in some cases, as has been pointed out by some authors, the nephelite of pseudoleucite may undergo a further change to muscovite, it seems to be possible or even probable that otherwise the direct transformation of leucite into orthoclase and muscovite may take place according to the reaction formerly suggested by van Hise:

$$6\ KAlSi_2O_6 + CO_2 + H_2O = 3\ KAlSi_3O_8 + H_2Al_3Si_3O_{12} + K_2CO_3.$$

The rock of the Ishim may be taken as an example where we may have such a transformation of leucite into orthoclase and muscovite. The paragenesis of these minerals as well as the presence of jarósite pseudomorphs after pyrite crystals permits to suppose that the hydrothermal postmagmatic solutions are responsible for the alteration of leucite.

The rock of the Ishim has some resemblance to the well-known leucite-porphyry of Loch Mheallain (Assynt, Scotland) described by S. J. Shand (2), and especially to the pseudoleucite porphyry from the Mineral Hill (3), where the geological occurrence of the rock has several features similar to those of the Ishim occurrence; the leucitophyres with pseudomorphs of orthoclase and muscovite after leucite long ago described by A. Sauer (4), may be also mentioned. In the first two occurrences, according to the authors who have described them, the nephelite of pseudoleucite is replaced by muscovite, although no indisputable evidence can be given. In the third case the direct transformation of leucite into a mixture of orthoclase and muscovite seems to be more probable.

The essential genetic difference between the formation of pseudoleucite (orthoclase + nephelite) by the mutual reaction between leucite crystals and magma, and the development of muscovite together with orthoclase at the hydrothermal stage of the evolution of a rock compels to discriminate these two processes, and it seems desirable to use two different terms for indicating their results.

The rock with the pseudomorphs of orthoclase and muscovite after leucite crystals in the case, when these pseudomorphs have been formed independently from the previous formation of orthoclase + nephelite or when this latter formation cannot be positively proved, should be named by a special term. The term 'epileucite' seems to be the most appropriate. Then the rock of the Ishim River may be defined as epileucite-porphyry.

Petrographcal Institute
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
21. VII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] В. Н. Зверев. Труды ГГРУ, вып. 26, 1931. V. Zverev. Trans. of the Geol. and Prosp. Survey, USSR, v. 26, 1931. [2] S. J. Shand. Trans. of the Edinburgh Geol. Soc., vol. IX, p. III and V, 1909—1910. [3] N. H. Darton and W. S. Tangier Smith. Sandance Folio U. S. G. Survey, 1905. [4] A. Sauer. ZS. deutsch. geol. Gesellsch., 37, 1885.

ПЕТРОГРАФИЯ

Д. С. БЕЛЯНКИН

член-корреспондент Академии Наук СССР

ОБ АЛЬБИТЕ С МАЛЫМ УГЛОМ ОПТИЧЕСКИХ ОСЕЙ С ЗАВОДА „ДРУЖНАЯ ГОРКА"

На стекольных заводах в процессе варки стекла возникают, как известно, многие весьма любопытные минералообразования. Неоднократно различными авторами описывались отсюда такие минералы как: тридимит, и кристобалит, корунд и муллит, псевдоволластонит и девитрит, нефелин и карнегиит, и т. д. В настоящее время мы имеем возможность пополнить их список также и еще одним минералом, неназывавшимся здесь раньше, а именно — альбитом. Альбит этот открыт нами в корочках со свода одной из регенеративных камер Дружногорского стекольного завода. Краткой характеристике означенного альбита и в связи с этим некоторым дальнейшим полевошпатовым параллелям и посвящены нижеследующие строки.

Происхождение сводовых корочек, собранных нами in situ во время ремонта одной из дружногорских печей,— за счет взаимодействия шихтной пыли с шамотной кладкой регенератора. Кроме альбита в составе их обнаруживаются под микроскопом: 1) округлые остаточные зернышки резорбированного кварца и 2) стекло, выполняющее промежутки между кристалликами альбита. Размеры последних сильно варьируют, от тончайшей микроскопической пыли до десятых мм в длину и сотых мм в поперечнике. Тонко- и крупнокристаллические агрегаты чередуются между собою шлировым образом без какой-либо правильности. Форма более крупнокристаллических выделений радиально-лучистая, наподобие того, как мы наблюдаем это у некоторых новообразованных альбитов в изверженных горных породах. Отчетливая местами двойниковая штриховка по альбитовому закону. Включения внутри кристалликов альбита, как правило, отсутствуют, и вообще кристаллики эти чисты и стеклянно-прозрачны. Общий их вид представлен на прилагаемой микрофотографии (увеличение $^{35}/_{1}$, поляризованный свет).

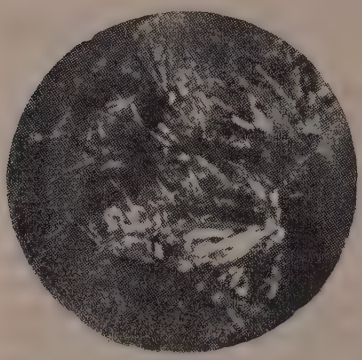
Оптические константы альбита определены были нами совместно с В. П. Петровым со следующими результатами:

1. Погасание в сечениях перпендикулярно PM — 14—15°.

2. Светопреломление по иммерсионному методу: $ng^1 = 1.533$ $np^1 = 1.525$.

3. Угол оптических осей $2V$ малый и отрицательный; значения его от —31 до —34° в разных кристаллах.

Первая и вторая константы, как видим, являются более или менее нормальными для почти чистого альбита, не содержащего в своем составе анортитовой молекулы; что же касается третьей константы, $2V$, то она весьма необычна здесь. Нормально, как известно, угол оптических осей у альбита положительный, со значениями около 75—80°. Правда, как нами ([1]), так позднее и другими исследователями, константирован был также и отрицательный альбит в кератофирах и подобных изверженных горных породах. Ни в одном случае, однако же, значение $2V$ у такого отрицательного альбита не спускалось ниже —70°, а здесь мы имеем—30°.



Пластинки альбита. Корочки и сталактиты на своде регенератора.

Albite plates. Crusts and stalactites from the arch of a regenerative chamber.

Каковы причины уклонения от оптической нормы у дружногорского альбита? Естественно искать их по двум направлениям: 1) по направлению химических особенностей минерала и 2) по направлению специально физической обстановки его кристаллизации.

Вследствие крайне тонких взаимных прорастаний альбита и стекла не было никакой возможности выделить наш минерал в чистом виде для производства химического анализа его. Пришлось удовольствоваться валовым химическим анализом альбитовой корочки.

Анализ выполнен на средства Комитета по химизации М. М. Стукаловой и дал следующие результаты:

SiO_2	61.31%
TiO_2	0.97
Al_2O_3	17.36
Fe_2O_3	2.07
FeO	—
MnO	0.12
MgO	0.43
CaO	0.64
Na_2O	10.14
K_2O	2.92
SO_3	1.76
As_2O_5	1.63
Потеря при прокаливании	0.55
	99.90%

Поскольку в повышенном содержании K_2O некоторые авторы, как старые [Ферстнер ([2])], так и новые [Соболев ([3])], видят причину пониженного $2V$ у тех или иных плагиоклазов, анализ Стукаловой мог бы быть интерпретирован в том же смысле, но, к сожалению, как указывалось выше, анализированная корочка альбита не была свободна от значительных порций стекла, и возможно таким образом, что K_2O была сосредоточена преимущественно в стекле анализированного материала. Что вообще в подобных случаях дело не в одном только K_2O, о том свидетельствует,

между прочим, и полевой шпат Соболева. Согласно описанию этого автора, полевой шпат его, олигоклазовой принадлежности, из щелочной жилы в сибирском траппе, обладает $2V = -58°$. Убыль против нормы, таким образом, на несколько десятков градусов. Между тем расчет химического анализа полевого шпата (произведенного Е. Н. Егоровой) дает не больше, как 9% O_2-молекулы, что, вопреки мнению Соболева, довольно хорошо и без больших натяжек укладывается в химическую норму олигоклаза.

В виде означенного обстоятельства оптическую „аномалию" у дружногорского альбита мы склонны объяснять не столько аномальным его химизмом, сколько специально высокой температурой его образования, значительно превышающей те, которые господствуют при кристаллизации нормальных альбитсодержащих изверженных горных пород. Невольно напрашивается здесь сопоставление, с одной стороны, альбита с малым $2V$, и с другой — санидина, с той лишь разницей, что для образования первого минерала требуются еще более высокие температуры, чем для образования второго.

Не можем мы не вспомнить здесь кстати еще и о так называемых анортоклазах. Термин этот, вообще говоря, довольно путанный. В нем практически объединяются в настоящее время как оптически аномальные ортоклазы и санидины, так и калиплагиоклазы, — последние с характерным пониженным до —50° углом оптических осей. Анортоклазы последнего рода описывались в свое время с большими подробностями Ферстнером (2), причем весьма примечательно, что происходили они исключительно из эффузивных, т. е. относительно высокотемпературных изверженных горных пород. Возможно, таким образом, что и в случае ферстнеровских анортоклазов дело было не столько в содержании в них кали, сколько в высоких температуратурах их кристаллизации, — температурах, способствовавших „санидинизации" этих плагиоклазов.

Петрографический институт
Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
3 VIII 1934.

PETROGRAPHY

ALBITE FROM DRUZHNAYA GORKA WORKS HAVING A SMALL ANGLE OF OPTICAL AXES

By D. BELIANKIN

Corresponding Member of the Academy

It is a well-known fact that during the processes of glass melting in glass-manufacturing works, many curious and interesting minerals are formed. Different authors have repeatedly described such minerals as tridymite and cristobalite, corundum and mullite, pseudowollastonite and devitrite, nepheline and carnegieite, etc. Now we have the possibility to add to this list one more mineral, albite, which has not yet been mentioned. We have discovered this albite in the crusts from the arch of a regenerative chamber at Druzhnaya Gorka glass-manufacturing works. The present

article contains a brief description of this albite and, in connexion with it, of some other feldspar parallels. The arch crusts, which we have gathered *in situ*, are formed through the mutual reaction of the fusion mixture dust with the fire-clay bricks of the regenerator. In addition to albite, the microscope reveals in their composition: 1) rounded residuary grains of resorbed quartz, and 2) glass filling the spaces between the crystals of albite. The dimensions of the latter vary considerably from the finest microscopical dust to tenths of mm in width. Fine and big crystal aggregations alternate schlieren-like without any regularity. The bigger-crystalled aggregations have a radial form resembling that which we observe in the case of newly formed albites in igneous rocks. A distinct and in some places a lamellar twinning according to the albitic law. As a rule there are no inclusions in the crystals of albite, and in general these crystals are clear and as transparent as glass. Their general aspect is represented on p. 652 ($^{35}/_{1}$ magnification; polarized light).

With ihe collaboration of V. Petrov we have obtained the following optical constants for the albite:

1. Extinction in sections perpendicular to *PM* —14—15°.
2. Refraction by the immersion method: $ng^1 = 1.533$, $np^1 = 1.525$.
3. The angle of optical axes $2V$ is small and negative, its values in different crystals varying from —31° to —34°.

As we see, the first and second constants are more or less normal for an almost pure albite not containing in its composition the anorthite molecule. As to the third constant, $2V$, it is here quite abnormal. Normally, as is known, the angle of optical axes of albite is positive with values of about 75—80°. It is true that the writer (1), as well as other investigators, has also found negative albite in keratophyres and similar igneous rocks. But such negative albite never had a lower value of $2V$ than —70°, and here we have —30°.

What are the causes of the deviation from the optical standard of the Drushnaya Gorka albite? The explanation may be looked for in two directions: 1) in the chemical peculiarities of the mineral, and 2) in the peculiar physical conditions of its crystallization.

Very fine mutual intergrowths of albite and glass give no possibility to obtain our mineral in a pure state and to make a chemical analysis. We had to confine ourselves to a general chemical analysis of the albite crust. The analysis was made by M. Stukalova for account of the Committee for Chemization and gave the following results:

SiO_2	61.31%
TiO_2	0.97
Al_2O_3	17.36
Fe_2O_3	2.07
FeO	—
MnO	0.12
MgO	0.43
CaO	0.64
Na_2O	10.14
K_2O	2.92
SO_3	1.76
As_2O_3	1.63
Heating loss	0.55
	99.90%

Since some former authors [Förster(2)] and some modern ones [Sobolev(3)] attribute the decrease of $2V$ to the increased content of K_2O in some plagioclases, the analysis made by Stukalova might be interpreted in this way, but, as stated above, the analysed crust of albite was not free from considerable admixtures of glass, and it is possible therefore that the K_2O was mainly concentrated in the glass of the analysed substance. That in such cases the K_2O is not the only cause is also proved by the feldspar of Sobolev. According to that author's description, his feldspar (from an alkaline vein in the Siberian trap) belongs to oligoclases and has a $2V$ equal to —58°. Thus we see a decrease of several tens of degrees as compared with the standard. However, the chemical analysis of feldspar made by E. Egorova gives only 9% of the O_2-molecule, which, contrary to Sobolev's opinion, agrees rather well with the normal chemical composition of oligoclase.

Taking this into consideration, we are inclined to explain the optical 'anomaly' of the Druzhnaya Gorka albite not so much by its anomalous chemical composition as by the particularly high temperature of its formation, which exceeds considerably the temperature of crystallization of normal albite-containing eruptive rocks. This would suggest a comparison of albite, which has a small $2V$, with sanidine, the difference being only that for the formation of the former still higher temperatures are necessary than for the formation of the latter.

It is natural to mention here the so-called anorthoclases. This term is rather vague. It now practically embraces both optically anomalous orthoclases and sanidines, and potassium-plagioclases, — the latter with a characteristic angle of optical axes decreased to —50°. Förstner (2) described in detail some anorthoclases of this type, and it is remarkable that they originate only from effusive rocks, i. e. from igneous rocks of a comparatively high temperature. It is therefore possible that in the case of Förstner's anorthoclases it is not so much the potassium content as the high temperatures of their crystallization that have contributed to the 'sanidinization' of these plagioclases.

Petrographical Institute
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
3. VIII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

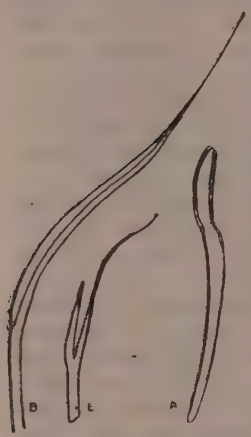
[1] Д. С. Белянкин. Сборник научных работ, посвященных проф. Ф. Ю. Левинсон-Лессингу, Петроград, 1915, стр. 32. D. Beliankin. Collection of Scientific Works Dedicated to Prof. F. J. Loewinson-Lessing, Petr., 1915, p. 32. [2] H. Förstner. ZS. f. Kr., 8, 1884, 125—202. [3] В. С. Соболев Зап. Мин. о-ва, 62, 1933, 421—429. V. Sobolev. Mémoires de la Soc. Russe de Min., 62, 1933, 421—429.

Н. П. АННЕНКОВА

PARAONIDAE ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ СССР

(*Представлено академиком С. А. Зерновым 13 VI 1934*)

До настоящего времени было известно приблизительно около 16 видов *Paraonidae*, принадлежащих к 4-м родам (*Paraonis*, *Aricidea*, *Aricideopsis* и *Cirrophorus*). Большая часть этих видов была добыта в Атлантическом океане (в его тропической, субтропической и бореальной областях) и в Средиземном море. Для Тихого океана известен лишь один представитель данного семейства — *Aricideopsis megalops* Johnson (Pouget Sound, порт Orchard). В материалах Гидрологического института, обработку которых я вела в Зоологическом институте Академии Наук СССР, мною было обнаружено 4 новых вида (*Paraonis ivanovi* sp. n., *Paraonis* (*Paraonides*) *Aricidea ramosa* sp. n., *Aricidea antennata* sp. n., принадлежащих к этому редко встречающемуся и бедному видами семейству.



Фиг. 1. А — брюшные абдоминальные крючки *Paraonis ivanovi*. Б — спинные вилообразные щетинки *Paraonis lyriformis*. В — брюшные щетинки *Aricidea antennata*.

Abb 1. *Paraonis ivanovi*, A — ventrale Abdominalborsten; *Paraonis lyriformis*, B — dorsale gabelförmige Borsten, *Aricidea antennata*, B — ventrale Borsten.

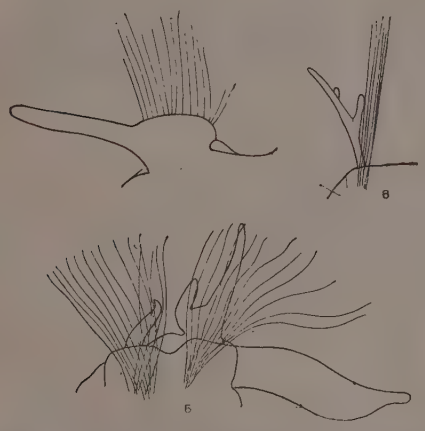
Paraonis ivanovi n. sp.

Очень тонкие и длинные спирально закрученные черви, с большим количеством сегментов. Головная лопасть коническая с ясным чувствительным бугорком. Сзади она несколько расширена. Глазных пятен нет; затылочные ямки подковообразной формы. Жабры начинаются на 5-м сегменте; их имеется 16 пар. Форма жабр ланцетовидная. Спинные усики передних сегментов короткие, а абдоминальных длинные и тонкие; спинные и брюшные щетинки одинаковой формы и длины, все без каймы, простые. В брюшных пучках абдоминальных сегментов имеется еще по 3 коротких толстых однозубых, покрытых чехликом, крючка (Фиг. 1, А). *P. ivanovi* очень близок к *Paraonis gracilis* (Tauber) [1], но отличается присутствием щетинок на первом сегменте и формой брюшных крючков. Добыт в северной части Берингова моря (на север от о-ва Крузенштерна) на глубине 1500—2000 м.

Paraonis (Paraonides) lyriformis n. sp.

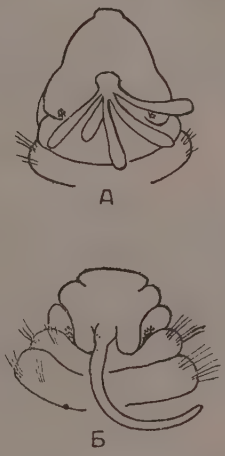
Тело тонкое и длинное, состоящее из большого количества сегментов. Головная лопасть сзади расширенная, а спереди закругленная с небольшим чувствительным бугорком. Имеются 2 расходящиеся щелевидные, слабо пигментированные затылочные ямки. Глазных пятен нет, или они не заметны. Параподии четырех первых сегментов снабжены спинными усиками и волосовидными, одинаковой формы в обоих бугорках щетинками, тонкими и без каймы. Жабры начинаются на пятом сегменте

и имеются в количестве 15—23 пар. Спинные усики, короткие в первых сегментах, становятся тонкими и длинными в абдоминальных сегментах. Брюшные усики отсутствуют. Начиная с 5-го сегмента в каждом спинном пучке имеется 1—2 крупных вилообразных щетинки (фиг. 1, Б) с неравномерными ветвями: одна из них короткая, широкая и крепкая, а другая удлиненная, бичевидно вытянутая и у основания слабо зазубренная. Вид близкий к *Paraonis* (*Paraonides*) *lyra* Southern (2) известного для побережья Ирландии, Адриатического моря и Oresund, но отличается



Фиг. 2. *Aricidea antennata*: А — спинной усик жаберных сегментов; Б — передний параподий; В — спинной абдоминальный усик.

Abb. 2. *Aricidea antennata*: A — dorsaler Fühler der Kiemensegmente, Б — vorderes Parapodium, B—dorsaler abdominaler Cirrus.



Фиг. 3. А — *Aricidea ramosa*, головная лопасть; Б — *Aricidea antennata*, головная лопасть.

Abb. 3. A — *Aricidea ramosa*, Prostomium; Б — *Aricidea antennata*, Prostomium.

от последнего бо́льшим количеством жабр; тем, что жабры и специальные спинные щетинки начинаются на 5-м, а не на 4-м сегменте и отчасти формой вилообразных щетинок.

Наш вид добыт в заливе Петра Великого (42°26.5′ N — 131°52.2′ E) на глубине 230—240 м.

Aricidea ramosa n. sp.

Часто встречающаяся в заливе Петра Великого форма, в нашем материале она имеется в количестве 10 экземпляров. Тело удлиненное, тонкое, состоящее из 40—60 сегментов. Передний жаберный отдел тела широкий и уплощенный, как у *Ariciidae*, задний же цилиндрический. Головная лопасть (фиг. 3, А) впереди закругленная с ясным чувствительным бугорком; сзади она широкая. Глаз нет; затылочные ямки ввиде боковых, не глубоких пигменизированных щелей, вытенка имеет широкое и короткое основание, от которого отходят 4—6, неодинаковых по длине, ветви. Они имеют удлиненную, почти цилиндрическую форму с закруг-

ленной верхушкой. Жабры начинаются на четвертом сегменте; всего их 16 пар. Они имеют листовидную, расширенную у основания и заостренную на конце форму. Спинные усики в передних сегментах короткие, в абдоминальных — удлиненные; брюшные усики отсутствуют. В передних трех сегментах щетинки верхних и нижних бугорков параподий, одинаковой длины и формы. Они имеют кайму и дважды изогнутые. Начиная с 4—5-го сегментов спинные щетинки становятся длинными, тонкими и простыми, без каймы; брюшные же щетинки не изменяются. Однако в конечных сегментах и эти щетинки заменяются тонкими и окаймленными. Анальный сегмент утолщенный, кольцевидный, бородавчатый; анальные папиллы не были обнаружены. Живет *Aricidea ramosa* на глубине 44—2400 м, т. е. имеет довольно широкое вертикальное распространение. Добыта в заливе Петра Великого (42°15.5′ N — 131°06. E; 42°34.3′ N — 132°02.2′ E; 42°24.2′ N — 132°21.5′ E) и в Уссурийском заливе.

Aricidea antennata n. sp.

Передний жаберный отдел тела широкий, плоский, а задний — цилиндрический с удлиненными сегментами. Головная лопасть (фиг. 3, Б) короткая и очень широкая, состоящая как бы из трех отделов. Передний отдел спереди закругленный с слабо заметным чувствительным бугорком; второй отдел снабжен очень длинной антенной, а сзади он имеет 2 закругленные лопасти. Последний отдел имеет по бокам два больших скопления мелких пигментных пятен, расположенных, как я полагаю по аналогии с *Arididea ramosa*, по краям затылочных ямок и не являются глазными пятнами; затылочные же ямки сами по себе не различимы. Три первые сегмента несут спинные и брюшные щетинки и, кроме того, спинные и брюшные усики. В последующих сегментах брюшные усики отсутствуют. Жабры начинаются на четвертом сегменте, всего их 18 пар. Спинные усики жаберного отдела тела имеют широкое основание и тонкую длинную верхнюю ветвь (фиг. 2, А), у некоторых экземпляров имеется и вторая более короткая нижняя ветвь (фиг. 2, Б). Как спинные, так и брюшные усики расположены позади параподиальных бугорков. В абдоминальном отделе спинные усики очень длинные, простые, иногда ветвистые (фиг. 2, В).

В первых трех сегментах брюшных и спинных щетинки одинаковые, тонкие, длинные без каймы. В жаберных сегментах спинные щетинки остаются той же формы, а брюшные становятся крепкими, более короткими и S-образно изогнутыми. В каждом пучке они расположены в 3—4 вертикальных ряда. Вид этот по форме головы, длине антенны и присутствию головных задних лопастей напоминает *Aricidea quadrilobata* Webster (3) (Eastport, Maine), отличается однако отсутствием глаз и формой спинных усиков. *Aricidea antennata*, найдена в Чукотском море (71°19′ N — 178°12′ W., гл. 11.5 м; грунт — ил с галькой, темп. — 0.48°); в Охотском море (по материалам Ушакова) и в С.-Японском море — залив Петра Великого 42°26.5′ N — 132°02.2′ E, гл. 85 м.; 42°26.5′ N — 131°52.2′ E, гл. 230 м. Живет на глубине от 11.5 м и до 230 м.

Зоологический институт
Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
13 VI 1934.

ZOOLOGIE

MEERES-PARAONIDEN IM FERNEN OSTEN DER USSR

Von N. ANNENKOVA

(*Vorgelegt von S. Zernov, Mitglied der Akademie, d. 23. V. 1934*)

Paraonis ivanovi, sp. n.

Sehr dünne und lange, spiralartig gedrehte Würmer mit zahlreichen Segmenten. Prostomium konisch, mit einer deutlichen Sinnespapille; hinten etwas erweitert. Augenflecke fehlen; Nuchalgruben von hufeisenartiger Form. Kiemen vom 5-ten Segment an vorhanden, im ganzen 16 Paar. Die Form der Kiemen ist lanzettlich. Dorsale Cirren der vorderen Segmente kurz, der abdominalen Segmente lang und dünn. Dorsale und ventrale Borsten von gleicher Form und Länge, alle einfach, ohne Saum. In den ventralen Bündeln der abdominalen Segmente sind ausserdem je 3 kurze und dicke, einzähnige, mit einer Hülle bedeckte Haken vorhanden. (Fig. 1, A, S. 656). — *P. ivanovi* steht *P. gracilis* (Tauber) (1) sehr nahe, unterscheidet sich jedoch durch das Vorhandensein der Borsten am ersten Segment und durch die Form der ventralen Haken.

Erbeutet im nördlichen Teil des Bering-Meeres (südlich der Insel von Krusenstern) in einer Tiefe von 1500—2000 m.

Paraonis (Paraonides) lyriformis, sp. n.

Körper dünn und lang, aus zahlreichen Segmenten bestehend. Prostomium hinten erweitert, vorn zugerundet, mit einer kleinen Sinnespapille. Zwei spaltförmige, divergente, schwach pigmentierte Nuchalgruben vorhanden. Augenflecke fehlen oder sind nicht wahrnehmbar. Die Parapodien der ersten vier Segmente sind mit dorsalen Cirren und haarförmigen, gleichartig in den beiden Höckern geformten, dünnen saumlosen Borsten versehen. Kiemen am 5-ten Segment beginnend, im ganzen 15—23 Paar. Die in den ersten Segmenten kurzen dorsalen Cirren werden in den abdominalen Segmenten dünn und lang. Ventrale Cirren fehlen. In jedem dorsalen Bündel, angefangen vom 5-ten Segment, befinden sich 1—2 grosse gabelförmige Borsten (Fig. 1, B) mit ungleichartigen Ästen: der eine Ast ist kurz, breit und kräftig, der andere länglich, geisselartig ausgezogen und am Grunde schwach gezähnt. — Die Art steht *Paraonis* (*Paraonides*) *lyra* Southern (2), die uns von den Küsten von Irland, aus dem Adriatischen Meer und von Öresund bekannt ist, nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch zahlreichere Kiemen, sowie dadurch, dass Kiemen und besondere dorsale Borsten am 5-ten und nicht am 4-ten Segment beginnen; teilweise auch durch die Form der gabelartigen Borsten.

Unsere Art wurde in der Bucht Peters des Grossen (42°26.5′ N — 131°52.2′ E) einer Tiefe von 230—240 m erbeutet.

Aricidea ramosa, sp. n.

Eine in der Bucht Peters des Grossen häufig vorkommende Form, von welcher unser Material 10 Exemplare enthält. Körper lang und

dünn, aus 40—60 Segmenten bestehend. Vorderer Kiemenabschnitt des Körpers breit und abgeflacht, wie bei den Ariciden, das Hinterende dagegen zylindrisch. Prostomium (Fig. 3, A) vorn abgerundet, mit deutlicher Sinnespapille, hinten breit. Augen fehlen, Nuchalgruben in der Form seitlicher, wenig tiefer, pigmentierter Spalten. Antenne mit einer breiten und kurzen Basis, von welcher 4—6 Äste von verschiedener Länge ausgehen, die eine längliche, fast zylindrische Form mit abgerunderter Spitze haben. Die Kiemen beginnen am 4-ten Segment; im ganzen 16 Kiemenpaare vorhanden. Sie haben eine blattartige, an der Basis verbreiterte und am Ende zugespitzte Form. Dorsale Cirren in den ersten Segmenten kurz, in den abdominalen verlängert; ventrale Cirren fehlen. In den drei ersten Segmenten sind die Borsten der oberen und unteren Höcker der Parapodien von gleicher Länge und Form. Sie sind doppelt gebogen und haben einen Saum. Angefangen vom 4-ten—5-ten Segment werden die dorsalen Borsten lang, dünn und einfach, ohne Saum; die ventralen Borsten dagegen bleiben unverändert, obgleich auch sie in den Endsegmenten durch dünne, saumlose Borsten ersetzt sind. Analsegment verdickt, ringförmig, warzig; Analpapillen wurden nicht entdeckt. *Aricidea ramosa* lebt in einer Tiefe vom 44—2400 m, hat also eine recht weite vertikale Verbreitung. Erbeutet in der Bucht Peters des Grossen (42°15,5′ N — 131°, 06′ E; 42° 34,3′ N — 132° 02,2′ E 42° 24,2′ N— 132° 21,5′ E) und in der Ussuri-Bucht.

Aricidea antennata, sp. n.

Vorderer Kiemenabschnitt des Körpers breit und flach, hinterer zylindrisch mit verlängerten Segmenten. Prostomium (Fig. 3, B) kurz und sehr breit, gleichsam aus 3 Partien bestehend. Die vordere Partie vorn abgerundet, mit schwach bemerkbarer Sinnespapille; die zweite Partie mit einer sehr langen Antenne ausgestattet und hinten mit 2 abgerundeten Lappen; die letzte Partie hat an den Seiten zwei grosse Ansammlungen kleiner Pigmentflecke, die, wie ich nach der Analogie mit *Aricidea ramosa* annehme, an den Rändern der Nuchalgruben liegen und keine Augenflecken sind; die Riechgruben an und für sich sind nicht wahrzunehmen. Die drei ersten Segmente tragen dorsale und ventrale Borsten, und ausserdem dorsale und ventrale Cirren. In den nachfolgenden Segmenten fehlen die ventralen Cirren, Die Kiemen beginnen am vierten Segment; im Ganzen sind 18 Kiemenpaare vorhanden. Die dorsalen Cirren des Kiemenabschnittes des Körpers haben eine breite Basis und einen dünnen und langen oberen Ast. (Fig. 2, A); bei manchen Exemplaren ist auch noch ein zweiter, kürzerer Unterast vorhanden (Fig. 2, B). Sowohl die dorsalen, als auch ventralen Cirren befinden sich hinter den Parapodialhöckern. Im abdominalen Abschnitt sind die dorsalen Cirren sehr lang, einfach, zuweilen verästelt (Fig. 2, B). In den drei ersten Segmenten sind die dorsalen und ventralen Borsten gleich dünn, lang, saumlos. In den Kiemen segmenten sind die dorsalen Borsten von derselben Form, während die abdominalen kräftiger und kürzer, S-förmig gekrümmt, werden. In jedem Bündel sind sie in 3—4 senkrechten Reihen angeordnet. Die Art erinnert in der Form des Kopfes, der Antennenlänge und durch das Vorhandensein der hinteren Kopflappen an *Aricidea quadrilobata* Webster (8) (Eastport, Maine), unterscheidet sich aber davon durch Fehlen der Augenflecke und durch die Form der dorsalen Cirren. *Aricidea antennata* ist im Tschukotischen Meer (71° 19′ N — 178° 12′ W, Tiefe 11,5 m, Grund Schlamm mit

Kies, t° — 0.48°), im Ochotischen Meer, (nach dem Material von Uschakov) und auch im nördlichen Teil des Japanischen Meeres heimisch: Bucht Peters des Grossen, 42° 26,5′ N — 132° 02,2′ E, Tiefe 85 m; 42° 26,5′ N — 131° 52,2′ E, Tiefe 230 m. Lebt in Tiefen von 11.5 bis 230.

Zoologisches Institut
der Akademie der Wissenschaften.
Leningrad.

Eingegangen
d. 13. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] Monro. 'Discovery' Rep. Cambridge, 2, 1930, pp. 150—152, fig. 58 a-d. [2] Southern. Proc. R. Irish Acad., XXVIII, B — 6. [3] Webster. Rep. U. S. Comm. of Fish and Fisher, part XIII, Washington, 1887, pp. 707, 57, VII.

ЗООЛОГИЯ

А. Н. СВЕТОВИДОВ

О РОСТЕ БАЙКАЛЬСКИХ СИГОВ И ХАРИУСОВ

(*Представлено академиком С. А. Зерновым 28 VI 1934*)

В течение самых последних лет появились несколько работ, посвященных систематике и биологии некоторых байкальских рыб. В одной из этих работ ([1]) дается систематическая характеристика форм байкальских хариусов, в другой ([2]) — форм байкальских сигов. Большой материал содержится в обеих этих работах по биологии исследованных форм рыб, в частности их темпа роста. При сведении данных по темпу роста хариуса и сига, приводимых в этих работах, а также неопубликованных еще материалов,* которыми располагает автор, по темпу роста байкальского омуля в одно целое, получается интересная общая картина роста главнейших промысловых рыб оз. Байкала.

При сопоставлении роста байкальского хариуса, сига и омуля с ростом их в других водоемах Сибири резко выделяется их одна свойственная им всем особенность — их исключительно быстрый рост.

Как видно из таблицы 1 (стр. 662), составленной на основании целого ряда исследований ([2–5]), байкальские рыбы обладают наиболее быстрым ростом. При этом быстрый рост байкальских рыб обусловлен их быстрым ростом не за какой-либо один год их жизни, а на протяжении всей их жизни. Обе формы байкальских хариуса и сига оказываются наиболее или одними из наиболее быстрорастущих не только относительно сравниваемых сибирских, но и всех других исследованных в этом отношении форм этих рыб ([3, 2]). К сожалению, в отношении роста в настоящее время детально изучен только байкальский омуль. Приводимые в таблице данные по росту омуля р. Лены С. Аверинцева ([6]) мало пригодны для сравнения с ростом байкальского омуля, так как цифры эти характеризуют средние размеры возрастных групп омуля ко времени лова, а не размеры его к концу вегетационного периода, полученные, как у байкальского омуля, методом обратного расчисления. Кроме того, омуль в р. Лене ловится в таком

* Приношу глубокую благодарность проф. В. К. Солдатову и Е. В. Чумаевской-Световидовой за разрешение воспользоваться неопубликованными данными из нашей совместной работы.

Таблица 1

Th. arcticus baicalensis	Байкал	101	184	241	292	339	376	414	450			
„ „ „ *brevipinnis*	Байкал	148	214	265	310	341						
„ *arcticus*	Обь, Енисей	94	146	190	239	266						
„ „ *pallasi*	Лена	96	148	196	241	264						
Cor. lav. baicalensis n. *dybowskii*	Байкал	140	206	266	320	374	418	457	485	511	535	558
„ „ *pidschian* n. *bargusini* ♀	Байкал	116	212	306	388	449	501	547	577	603	635	652
„ „ „ „ „ ♂	Байкал	102	192	290	373	436	481	509	535	554	580	596
„ „ *pidschian*	Обь	123	174	212	246	276	294	395	359			
„ „ *pidschian*	Лена	103	135	155	181	204	225	262	272			
„ *autumnalis migratorius* . .	В. Ангара	183	223	256	285	305	325	340	352			
„ „ „ . . .	Селенга	189	241	281	311	333	350	366	380	397		
„ *autumnalis*	Лена	—	—	—	—	—	—	—	—	428	442	450

возрасте, которого достигают лишь немногие байкальские омули. Однако позднее половое созревание ленского омуля (в 9—10 лет) по сравнению с байкальским (5—6 лет) является фактом отрицательным и указывает скорее на замедленный, чем на быстрый рост.

Каковы причины столь быстрого роста байкальских рыб?

Прежде всего это обусловлено факторами климатическими, от которых зависит продолжительность вегетационного периода рыб. Продолжительность вегетационного периода рыб определяется главным образом продолжительностью времени, в течение которого водоем свободен от ледяного покрова. Время вскрытия и замерзания оз. Байкала и важнейших рек Сибири на основании многолетних наблюдений (7) приведены в таблице 2.

Таблица 2

	Время вскрытия	Время замерзания	Колич. дней свободных ото льда
Южная часть Байкала . .	I V	12 XI	195
Северная часть Байкала .	11 V	23 X	175
Обь у Обдорска	3 VI	27 X	146
Лена у Булуна	3 VI	20 X	138

При сопоставлении продолжительности времени, в течение которого оз. Байкал и сибирские реки свободны от льда, с ростом в этих водоемах рыб видно, что в оз. Байкал, имеющем наибольшее количество дней свободных от ледяного покрова, рыбы обладают наиболее быстрым ростом. Однако не следует ограничиваться одними лишь климатическими факторами. Некоторую роль несомненно должен играть и характер пищи. К сожалению, питание этих рыб как в оз. Байкале, так и сибирских реках остается, за исключением байкальских хариусов, изученым недостаточно. Существенное влияние на рост рыб оказывают условия развития икры и молоди: мечущий икру в реке *Coregonus lavaretus pidschian* n. *bargusini* достигает в течение первого года жизни меньших размеров, чем выметы-

* Для *Cor. lavaretus pidschian* рек Оби и Лены и для *Cor. autumnalis* реки Лены приведены не вычисленные данные, а средние размеры возрастных групп, полученные из непосредственных измерений, и поэтому эти величины несколько выше величин полученных обратным вычислением.

вающий ее в самом Байкале (в Чивыркуйском заливе) *Coregonus lavaretus baicalensis* n. *dybowskii*, но зато в последующие годы баргузинский сиг растет значительно быстрее чем чивыркуйский. Такая зависимость наблюдается и у Каспийско-волжских сельдей. Повидимому она свойственна и байкальским хариусам, если *Thym. arct. baical.* infrsbsp. *brevipinnis* действительно мечет икру в самом Байкале. Кроме того известное значение имеют здесь и наследственные факторы. Быстрый или замедленный рост рыб нельзя объяснять только обилием или недостатком пищи или только продолжительностью вегетационного периода. Это справедливо лишь до известной степени. Под влиянием тех или иных внешних условий из гетерогенной популяции вида несомненно дифференцируется комплекс биотипов, обладающих быстрым или замедленным ростом.

В промысловом отношении, помимо быстрого роста сигов и хариусов, важным является и то, что эти рыбы на ряду с другими представителями лососевых рыб, к группе которых они относятся, обладают высокими вкусовыми качествами. Все эти положительные свойства байкальских промысловых рыб ставят под сомнение проектируемую акклиматизацию в оз. Байкал некоторых рыб (*Cor. albula*, *Osmerus eperlanus*, *Cor. lavar. tus ludoga*), которые могут явиться конкуррентами в пище ценным байкальским рыбам. Более целесообразным было бы проведение ряда мероприятий по восстановлению запасов байкальских промысловых рыб и более детальное изучение их биологии, в частности их миграций.

Зоологический институт
Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
28 VI 1934

ZOOLOGY

ON THE GROWTH OF THE BAIKAL WHITEFISHES AND GRAYLINGS

By A. SVETOVIDOV

(*Communicated by S. Zernov, Member of the Academy, 28. VI. 1934*)

Several papers have appeared during the last few years, devoted to classification and biology of some Baikal fishes. In one of these papers ([1]) the classification of the varieties of the Baikal graylings is given, in another ([2]) the same for the Baikal whitefishes. Both these papers contain a large amount of data on the biology of the investigated varieties of fishes, in particular on their rate of growth. On bringing together the data on the rate of growth of graylings and whitefishes given in those papers and also on the rate of growth of the *Coregonus autumnalis migratorius* contained in materials* hitherto unpublished but available to the author, an interesting picture was obtained of the principal food fishes of the Baikal lake.

On comparing the growth rate of the Baikal graylings and whitefishes with the growth rate of these species in other Siberian rivers the former are all conspicuous by their exceptionally rapid growth.

As table 1, based on a number of investigations ([2–5]), shows, the Baikal fishes are characterized by the highest rate of growth, and this rapid growth of the Baikal fishes is not caused by a specially vigorous growth in any

* I wish to express my gratitude to professor V. Soldatov and E. Čumajevskaja-Svetovidova for the permission to make use of the unpublished data of our common investigation.

Table 1*

The Rate of Growth of Whitefishes and Graylings (in mm)

Th. arct. baicalensis	Baikal	101	184	241	292	339	376	414	450				
„ „ „ *brevipinnis* .	Baikal	148	214	265	310	341							
„ *arcticus*	Ob, Enisei	94	146	190	239	266							
„ „ *pallasi*	Lena	96	148	196	241	264							
Cor. lav. baicalensis n. *dybowskii*	Baikal	140	206	266	320	374	418	457	485	511	535	558	57
„ „ *pidschian* n. *bargusini*	Baikal	116	212	306	388	449	501	547	577	603	635	652	
„ „ „ „ „	Baikal	102	192	290	373	436	481	509	535	554	586	596	
„ „ *pidschian*	Ob	123	174	212	246	276	296	395	359				
„ „ „	Lena	103	135	155	181	204	225	262	272				
„ *autumnalis migratorius* . .	Upper Angara	183	223	256	285	305	325	340	352				
„ „ „ . .	Selenga	189	241	281	311	333	350	366	380	397			
„ *autumnalis*	Lena	—	—	—	—	—	—	—	—	428	442	450	46

one year of their life but is spread over their whole life. Both Baikal graylings and whitefishes are the most rapidly growing forms not only in comparison with other Siberian fishes, but also in comparison with all other varieties of these fishes that have been investigated from this standpoint ([3, 2]). Unfortunately, only *Cor. autumnalis migratorius* has been as yet studied in detail as regards growth rate. The data of S. Averincev ([6]) on the growth rate of *Cor. autumnalis* of the river Lena, included in this table, is scarcely suitable for comparison with the growth rate of *Cor. migratorius*, for these figures show the length of *Cor. autumnalis* at the time of capture and not at the end of their vegetative period, which have been obtained for *Cor. autumnalis baicalensis* by calculation on scales. Besides, the *Cor. autumnalis* caught in the river Lena are of such a great age which only few of *Cor. autumnalis migratorius* attain. However the late age (9—10 years) at which *Cor. autumnalis* of the Lena river reach sexual maturity as compared with the Baikal ones (5—6 years) is a negative factor and is rather a sign of a retarded than of rapid growth.

What are the causes of such a rapid growth of the Baikal fishes?

The primary causes are climatic factors, whereupon depends the duration of the vegetative period of fishes. The duration of the vegetative period is determined mainly by the length of time during which the river or lake basin is free from ice. The dates of the breaking up of the ice and the freezing of lake Baikal and the most important Siberian rivers, based on observations of many years ([7]), are given in our table 2.

Table 2

	Date of breaking up of the ice	Date of freezing	Quantity of days free from ice
Southern part of Baikal . .	1 V	12 XI	195
Northern part of Baikal . .	11 V	23 X	175
River Ob at Obdorsk . . .	3 VI	27 X	146
River Lena at Bulun . . .	3 VI	20 X	138

* For *Cor. lavaretus pidschian* of the rivers Ob and Lena and for *Cor. autumnalis* of the river Lena there are shown not the calculated but the mean values of age groups, obtained from direct measurements, and therefore these values are somewhat higher than those obtained by calculation. The length of the other fishes has been obtained by the method of logarithmic scales.

On comparing the length of time during which lake Baikal and the Siberian rivers are free from ice with the growth rate of fishes in their waters, it is seen that the fishes in lake Baikal, which has the greatest number of days free from ice, have the highest growth rate. However, climatic factors are not the only ones. The character of food supply is certainly of importance also. Unfortunately, the food of these fishes in lake Baikal and in Siberian rivers, with the exception of the Baikal grayling, has not been sufficiently studied. The conditions of growth of the larva have a great influence on the future growth of the fish: *Coregonus lavaretus pidschian* n. *bargusini* which spawns in the river attains a lesser size during the first year of its life than *Coregonus lavaretus baicalensis* n. *dybowskii* which spawns in the Baikal itself (in Chivyrkuiski bay) and then in the following years *Cor. lavaretus pidschian* n. *bargusini* have a more rapid growth rate than *Cor. lavaretus baicalensis* n. *dybowskii*.

The same relations are observed in the Caspian herrings. Apparently the Baikal graylings are endowed with the same qualities, if it is only true that *Thym. arct. baical.* n. *brevipinnis* spawns in lake Baikal itself. Besides, hereditary factors also have a certain importance in this problem. The rapid or slow growth of fishes cannot be explained only by the duration of the vegetative period. This is only true to a certain degree. Under the influence of certain external conditions there undoubtedly differentiates from out of the heterogeneous population of a species a definite complex of biotypes characterized by a rapid or slow rate of growth.

From a the standpoint of fishery the whitefishes and graylings, besides their rapid growth rate, are also distinguished by their high flavour characteristic also of other fishes of the salmon group which they belong to. All these positive qualities of the Baikal food fishes permit one to doubt the desirability of the intended acclimatization in lake Baikal of certain fishes (*Cor. albula, Osmerus eperlanus, Cor. lavaretus ludoga*) which might become competitors of the valuable Baikal fishes in food resources. It would be more expedient to undertake the necessary measures to replenish the stock of the Baikal food fishes and to study their biology more thoroughly, in particular their migrations.

The Zoological Institute
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
28. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] А. Н. Световидов. Тр. байкальск. лимнол. ст., I, 1931, стр. 19. A. Svetovidov. Tr. stat. limhol. Bajkal, I, 1931, p. 19. [2] Ф. В. Крогиус. Тр. байкальск. лимнол. ст., V, 1933, стр. 5. F. Krogius. Tr. stat. limnol. Bajkal, V, 1933, p. 5. [3] А. Н. Световидов. Тр. Зоологич. инст. Акад. Наук, II, 1934 (печ.). A. Svetovidov. Tr. Inst. Zool. Acad. Sci. USSR, II, 1934 (in press). [4] З. И. Гладкова. Тр. сиб. научн. рыбохоз. ст., V, 1930, стр. 29. Z. Gladkova. Rep. sib. scient. fish. stat., V, 1930. p. 29. [5] Н. И. Сыч-Аверинцева. Тр. якутск. научн. рыбохоз. ст., II, 1932, стр. 149. N. Ssytsch-Awerinzewa. Arb. Fischereiwirtsch. Stat. Jakutsk, II, 1932, p. 149. [6] С. В. Аверинцев. Тр. якутск. научн. рыбохоз. ст., II, 1932, стр. 87. S. Awerynzew. Arb. Fischereiwirtsch. Stat. Jakutsk, II, 1932, p. 87. [7] В. Б. Шостакович. Изв. вост.-сиб. отд. Геогр. общ., XXXVII, 1903, стр. 1 W. Schostakowitsch. Izv. Sect. Sibir. Orient. Soc. Russe Geogr., XXXVII, 1903, p. 1. — Климатологическ. атлас Росс. главн. физич. обсерв., 1900. Climatological Atlas of Russ. Main Phys. Obs. 1900.

ЗООЛОГИЯ

С. А. ЧЕРНОВ

О ПОДВИДАХ И РАСПРОСТРАНЕНИИ РАЗНОЦВЕТНОЙ ЯЩУРКИ *EREMIAS ARGUTA* (PALL.)

(Представлено академиком С. А. Зерновым 23 VI 1934)

Большая изменчивость *Eremias arguta* неоднократно обращавшая внимание еще исследователей конца XVIII и начала XIX вв., представляла непреодолимые трудности для систематиков чисто морфологического направления. В истории взглядов на эту форму наблюдается две тенденции: разделение и описание в качестве самостоятельных видов экземпляров или групп экземпляров, имеющих по сравнению с другими некоторые особенности (главным образом, старые авторы) и объединение всех ранее описанных видов в один вид, без каких бы то либо более мелких подразделений (в частности русские исследователи начиная от Штрауха).

В 1922 году и позднее в монографии посвященной западно-азиатским представителям рода *Eremias* Lantz, пользуясь уже не только морфологическим но и географическим критерием при анализе систематики *E. arguta*, показал, что в действительности этот вид не является совершенно однородным на всем ареале своего распространения. Lantz выделил два подвида, из которых один — *Eremias arguta arguta* (Pall.) населяет арало-каспийские степи, Туркестан, южную часть Западной Сибири, заходя в соседние части Монголии, и восточное Закавказье, а другой — *Eremias arguta deserti* (Gmel.) — Румынию, Крым, Украину, и прилегающие к ней районы РСФСР на восток до Урала.

Исследовав свыше 400 экземпляров из разных мест ареала распространения *E. arguta* мы установили что:

1) Экземпляры *E. arguta* из зоны гор Средней Азии достигают значительно большей, чем в других местах ареала, величины и помимо ряда внешнеморфологических особенностей, о которых будет кратко сказано ниже, отличаются довольно резко выраженным глазчатым рисунком как молодых, так и взрослых особей.

2) По окраске и некоторым другим особенностям к этой группе примыкают не экземпляры из арало-каспийских и южносибирских степей и полупустынь, а экземпляры из Закавказья, северной Персии и южной Туркмении.

3) Закавказские же представители *E. arguta* значительно больше отличаются от предкавказских чем от указанных выше среднеазиатских.

4) Характер рисунка у всех этих групп в основном сохраняется в течении всей жизни животного.

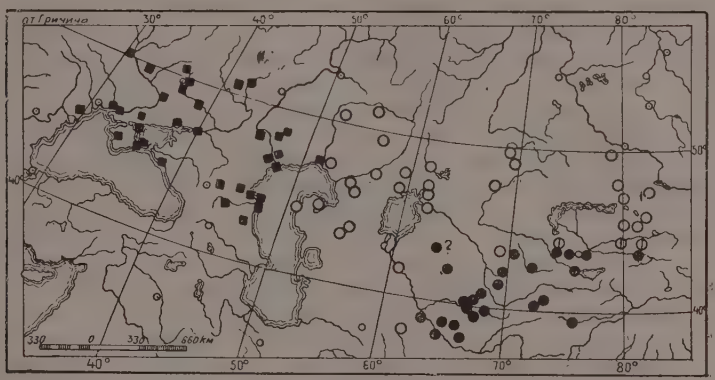
Современные условия существования этих групп *Eremias arguta*, поскольку можно судить по тем далеко не полным данным, которыми мы располагаем, так же несколько отличны. В Европейской части Союза представители этого вида являются типичными обитателями песков.*

В Казакстане, Уральской области, южной Сибири они являются обитателями, главным образом, полынных глинистых и суглинистых степей и не поднимаются при этом высоко в горы (в восточном Казакстане).

* По Аренсу (ДАН, А, 1928, стр. 289) *E. arguta* в б. Грайворонском уезде придерживается, главным образом, сосновых насаждений.

Сведения об условиях существования *E. arguta* в горной, юго-восточной части среднеазиатских республик весьма ограничены. По любезному сообщению А. П. Занина, собиравшего в 1933 г. *E. arguta* в бассейне реки Таласса, этот вид придерживается каменистых лессопесчаных мест и в большом количестве еще встречается в местностях, лежащих выше 2000 м над у. м. Г. Г. Якобсон находил их в лессовой степи.

Если прибавить, что геологическая история территорий занимаемых сейчас *E. arguta* и история условий существования на них (климата, почвы, растительного и животного мира и т. д.) неодинакова и что в раз-



Географическое распространение подвидов *Eremias arguta* (Pall.) главным образом по коллекциям Зоологического института Академии Наук СССР: ○ *Eremias arguta arguta* (Pall.), ■ *E. arguta deserti* (Gmel.), ● *E arguta uzbekistanica* Tschern. На карту не нанесены местонахождения *E. arguta* в Закавказье, южной Туркмении и северной Персии.

Geographische Verbreitung der Unterarten von *Eremias arguta* (Pall.) hauptsächlich nach den Kollektionen des Zoologischen Instituts der Akademie der Wissenschaften der USSR: ○ *Eremias arguta arguta* (Pall.), ■ *E. arguta deserti* (Gmel.), ● *E. arguta uzbekistanica* Cern. Die Fundorte von *E. arguta* in Transkaukasien, Südturkmenien und Nordpersien sind auf der Karte nicht bezeichnet.

ных частях своего ареала *E. arguta* появился безусловно не в одно время,* то наличие внутри вида групп, имеющих свой ареал распространения внешне морфологически и экологически отличных друг от друга, дает нам право предполагать существование нескольких направлений отбора и различать по крайней мере 3 подвида этого вида. Возможно, что закавказские и южнотуркменские *E. arguta* так же являются особым подвидом, но, к сожалению, недостаточное количество материала по этой группе бывшее в нашем распоряжении не позволяет нам решить этот вопрос.

Таким образом *E. arguta* по нашим исследованиям распадается на следующие (не считая закавказских и южнотуркменских) подвиды: *Eremias arguta arguta* (Pall.), *E. arguta deserti* (Gmel.) и *E. arguta usbekistanica* mihi.

Описание этого подвида мы и приводим.

* Так напр. на Украину *E. arguta* мог проникнуть из Азии только сравнительно недавно, тогда как в Закавказьи и горной зоне Средней Азии он существовал значительно раньше.

Eremias arguta uzbekistanica subsp. n.

Тип: № 10093 колл. Зоол. инст. Акад. Наук СССР, Узбекистан, станция Голодная Степь, Среднеазиатская ж. д., Г. Якобсон, V, 1903 г.

Более массивная и коренастая, чем *Eremias arguta arguta* (Pall.). Височная область (у взрослых) сильно вздута. Шов между верхненосовыми обычно меньше шва между предлобными. У 40% всех просмотренных экземпляров между предлобными помещается один или два маленьких щиточка. Зернышки между надглазничными и верхнересничными расположены в два продольных ряда, реже в один или 3. Длина подглазничного щитка меньше расстояния его переднего края от задненосового или в редких случаях равна ему. Третья, а иногда и вторая пара нижнечелюстных щитков не соприкасаются друг с другом и отделены одним, двумя, а иногда и тремя рядами чешуек. Пятый нижнечелюстный в большинстве случаев выражен и часто касается нижнегубных, реже выражен и шестой нижнечелюстной. Чешуя вокруг средины тела в 41—54 продольных рядов. Бедерных пор от 9 до 15 в одном ряду, наиболее часто 11—12. Ряд бедерных пор только немного не достигает сгиба колена. Чешуйка, на которой находится самая наружная бедерная пора, отделена от крупных чешуй покрывающих переднюю поверхность бедра, двумя чешуйками. Все бедерные поры развиты более или менее одинаково. Расстояние между двумя внутренними бедерными порами укладывается в длине ряда бедерных пор в среднем 1.5 раза. Хвост в большинстве случаев значительно длинней туловища с головой. Хвост у основания (особенно у ♂♂) сильно вздут, после резкого уменьшения толщины, утончается постепенно. Ребристость верхних чешуек хвоста весьма варьирует — вплоть до полного исчезновения ребрышек на чешуйках. Основной фон верхней поверхности тела сероватый с оливковым, зеленоватым или голубоватым оттенками. Рисунок верхней стороны тела состоит из ряда отороченных черным, кругловатых, цвета основного фона глазков. Глазки эти расположены в продольные и поперечные ряды, иногда неправильные. Нижняя поверхность тела желтовато-беловатая. Длина — до 202 мм.

Сравнительные заметки: Описываемый нами подвид от *E. arguta arguta* отличается в основном следующими внешнеморфологическими особенностями: 1) большим количеством бедерных пор у *E. arguta uzbekistanica* 9—15 (обычно 11—12), у *E. arguta arguta* 8—12 (обычно 9—10); 2) отсутствием недоразвитых бедерных пор (у *E. arguta arguta* одна или несколько наружных бедерных пор обычно недоразвиты и слабо выражены); 3) более длинными рядами бедерных пор (у *E. arguta uzbekistanica* ряд бедерных пор только немного не доходит до сгиба колена, тогда как у *E. arguta arguta* ряд их кончается далеко от сгиба); 4) наличием между третьей, а иногда и второй парой нижнечелюстных щитков от одного до трех рядов чешуек отделяющих их друг от друга (у *E. arguta arguta* все три передние пары нижнечелюстных соприкасаются друг с другом по средней линии горла); 5) ясно выраженным глазчатым рисунком, отсутствующим у *E. arguta arguta* и некоторыми другими деталями.

Распространение: Узбекистан, Таджикистан, Киргизия, юго-восточный Казакстан, юго-восточная Туркмения, а вне Союза Кашгария и Кульджа (см. карту распространения).

Зоологический институт
Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
28 VI 1934.

ZOOLOGIE

ÜBER DIE UNTERARTEN UND DIE VERBREITUNG VON *EREMIAS ARGUTA* (PALL.)

Von S. ČERNOV

(*Vorgelegt von S. Zernov, Mitglied der Akademie, d. 23. VI. 1934*)

Die grosse Variabilität von *Eremias arguta*, die mehrmals schon die Aufmerksamkeit der Forscher am Ende des 18, und am Anfang des 19. Jahrhunderts auf sich lenkte, bot unüberwindliche Schwierigkeiten für die Systematiker der rein morphologischen Richtung. In der Geschichte der Auffassung dieser Form sind zwei Tendenzen hervorzuheben: zur Einteilung und Beschreibung, als selbstständiger Arten, von Exemplaren oder deren Gruppen, welche den anderen gegenüber gewisse Eigentümlichkeiten aufweisen (hauptsächlich die früheren Autoren), und zur Zusammenfassung aller früher beschriebenen Arten in eine einzige Art, ohne irgendwelche kleinere Unterabteilungen (insbesondere, die russischen Forscher, von Strauch an).

Lantz zeigte bereits im Jahre 1922 und später in seiner Monographie über die westasiatischen Vertreter des Geschlechts *Eremias*, unter Anwendung nicht nur des morphologischen, sondern auch des geographischen Kriteriums beim Analysieren der Systematik der *E. arguta*, dass diese Art keineswegs als durchaus homogen innerhalb ihres ganzen Verbreitungsgebiets auftritt. Lantz unterscheidet zwei Unterarten: die eine — *Eremias arguta arguta* (Pall.) — bewohnt die Aral-Kaspischen Steppen, Turkestan, den südlichen Teil Westsibiriens (auch benachbarte Teile der Mongolei aufsuchend), und das Östliche Transkaukasien, die andere Unterart — *Eremias arguta deserti* (Gmel.) — lebt im Rumänien, der Krim, der Ukraine, und in den an letztere angrenzenden Teilen der RSFS Republik nach Osten bis zum Ural.

Wir haben 400 Exemplare aus verschiedenen Orten des Verbreitungsgebiets der *E. arguta* untersucht, und dabei folgendes festgestellt:

1) Exemplare der *E. arguta* aus der Gebirgszone Mittelasiens erreichen, im Vergleich mit solchen aus anderen Ortschaften, bedeutend grössere Ausmasse, und sind, abgesehen von den äusserlich-morphologischen Eigentümlichkeiten (worüber unten kurz gesagt wird), durch das ziemlich scharf ausgeprägte Augenmuster sowohl bei jungen als auch bei erwachsenen Individuen gekennzeichnet.

2) Der Zeichnung und einigen anderen Eigentümlichkeiten nach gehören zu dieser Gruppe nicht die aus den Aralo-Kaspischen und Südsibirischen Steppen und Halbwüsten herkommenden Exemplare, sondern diejenigen aus Transkaukasien, Nordpersien und Südturkmenien.

3) Die Transkaukasischen Vertreter der *E. arguta* unterscheiden sich dabei bedeutend mehr von den ciskaukasischen, als von den obenerwähnten mittelasiatischen.

4) Der Charakter der Zeichnung bleibt bei allen diesen Gruppen im wesentlichen unverändert für die ganze Lebensdauer des Tieres.

Die gegenwärtigen Lebensbedingungen dieser Gruppen der *Eremias arguta* sind auch einigermassen verschieden, soweit die sehr mangelhaften uns zu Verfügung stehenden Angaben darüber ein Urteil gestatten. Im

europäischen Teile der Union sind die Vertreter dieser Art typische Sandflächenbewohner.*

In Kazakstan, im Uralgebiet, in Südsibirien wohnen sie hauptsächlich in Steppen, auf lehmigen oder lehmsandigen Böden ohne dabei in die Berge zu gehen (Ostkazakstan).

Unsere Kenntnisse von den Lebensverhältnissen der *E. arguta* in den gebirgigen südöstlichen Gegenden der Mittelasiatischen Republiken sind sehr beschränkt. Laut der gefälligen Mitteilung von A. Zanin, welcher im J. 1933 *E. arguta* im Bassin des Fl. Talassa sammelte, bevorzugt diese Art steinige Plätze mit Löss- und Sandboden und ist noch in grösser Menge in mehr als 2000 m. über dem Meeresniveau gelegenem Gelände anzutreffen. G. Jakobson begegnete ihr auch in der Löss-Steppe.

Wenn wir ferner hinzufügen, dass die geologische Geschichte der heutzutage von *E. arguta* bewohnten Territorien recht ungleichartig ist, ebensowie die Geschichte der daselbst obwaltenden Lebensbedingungen (als Klima, Boden, Pflanzen- und Tierwelt, u. s. w.) und dass unsere Art in verschiedenen Teilgebieten ihrer Verbreitung sicherlich nicht gleichzeitig erschienen sein muss,** so berechtigt uns das Vorhandensein innerhalb der Art äusserlich-morphologisch und ethologisch erheblich voneinander abweichender Gruppen zur Annahme, dass mehrere Richtungen von Auslese sich hier geltend machten, und dass mindestens drei Unterarten dieser Art zu unterscheiden sind. Es ist möglich, dass die transkaukasischen und südturkmenischen *E. arguta* ebenfalls eine besondere Unterart bilden, aber diese Frage lässt sich leider heute noch aus Mangel an diesbezüglichem Tatsachenmaterial nicht entscheiden.

So zerfällt denn, unseren Forschungen gemäss, die *E. Arguta* (die transkaukasischen und südturkmenischen Vertreter nicht mitgerechnet) in folgende Unterarten: *Eremias arguta arguta* (Pall.) *E. arguta deserti* (Gmelin) u. *E. arguta uzbekistanica* subsp. n.

Nun geben wir hier eine Beschreibung dieser Unterart.

Eremias arguta uzbekistanica subsp. n.

Typus: № 10093, Kollekt. des Zool. Inst. der Akad. d. Wissenschaften der USSR, Uzbekistan, Station Golodnaja Step, der Mittelasiat. Eisenbahn. G. Jakobson, V, 1903.

Mehr massiv und untersetzt, als *Eremias arguta arguta* (Pall.).

Schläfengebiet (bei erwachsenen Exempl.) stark aufgedunsen. Naht zwischen Supranasalen gewöhnlich kleiner als zwischen Präfrontalen. Bei 40% aller durchgesehenen Exemplare zwischen den Präfrontalen ein oder zwei kleine Schildchen befindlich. Körnchen zwischen Supraocularen und Supraciliaren bilden zwei Längsreihen, seltener eine oder drei. Länge des Subokulare kleiner als die Entfernung seines vorderen Randes vom Nasalen, oder in seltenen Fällen derselben gleich. Das dritte, manchmal auch das zweite Paar der Submaxillaren berühren sich nicht, und sind durch eine, zwei, manchmal auch drei Reihen kleiner Schuppen von einander getrennt. Das fünfte Submaxillare ist meistenteils ausgedrückt, und berührt oft die Sublabialen, — seltener ist auch das sechste Submaxil-

* Arens teilt mit (Comptes Rendus de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, A, 1928, S. 289, dass die *E. arguta* im Bezirke Graiworon hauptsächlich in Fichtengehölz sich aufhält.

** So konnte *E. arguta*, z. B., nach der Ukraine aus Asien verhältnismässig erst vor kurzem einwandern, während sie in Transkaukasien und in der Gebirgszone Mittelasiens bedeutend früher existirt haben dürfte.

lare ausgedrückt. Schuppen sind um die Mitte des Körpers in 41 bis 54 Längsreihen angeordnet. Femoralporen gibt es von 9 bis 15 in einer Reihe, am häufigsten 11 bis 12. Die Reihe der Femoralporen erreicht nahezu die Kniebiegung. Das Schüppchen, auf dem die zu äusserst gelegene Femoralpore sich befindet, ist von den grossen Schuppen, welche die Vorderfläche des Oberschenkels bedecken, durch zwei Schüppchen getrennt. Alle Femoralporen sind mehr oder weniger gleichmässig entwickelt. Die Entfernung zwischen zwei inneren Femoralporen kann durchschnittlich 1.5 mal innerhalb der Längsreihe der Femoralporen Platz finden. Der Schwanz ist meistenteils bedeutend länger als Rumpf und Kopf zusammen genommen. Der Schwanz ist beim Ausgange (besonders bei den ♂♂) stark geschwollen, dann, nach einer scharfen Abnahme der Dicke, wird er fortlaufend allmählich dünner. Die Bekielung der oberen Schüppchen des Schwanzes variirt sehr stark — bis an ein vollständiges Verschwinden der Kiele auf den Schüppchen. Grundfärbung der Oberseite des Körpers graulich mit olivenfarbener, grünlicher oder bläulicher Schattierung. Die Zeichnung der oberen Seite des Körpers besteht aus einer Reihe von rundlichen schwarz umrandeten Ocellen von der Färbung des Grundtones. Diese Ocellen sind in Längs- und Querreihen angeordnet, die manchmal übrigens unregelmässig verlaufen. Es gibt Fälle, wo die schwarzen Einfassungen je zweier in einer Querreihe befindlichen Nachbarocellen so eng aneinander zu liegen kommen, dass die schwarzen Ringe gleichsam die Ziffer 8 bilden, ab und zu dagegen sind sie ziemlich schwach ausgedrückt, schmal und nicht geschlossen. Untere Fläche des Körpers gelblich-weisslich. Länge bis 202 mm.

Vergleichende Bemerkungen: Diese hier von uns beschriebene Unterart unterscheidet sich von der *E. arguta arguta* im wesentlichen durch folgende äusserlich-morphologische Eigentümlichkeiten: 1) grosse Anzahl der Femoralporen — bei *E. arguta uzbekistanica* 9 — 15 (gewöhnlich 11 — 12), bei *E. arguta arguta* 8 — 12 (gewöhnlich 9 — 10); 2) Fehlen der nicht voll entwickelten Femoralporen (bei *E. arguta arguta* sind eine oder mehrere von den Aussenfemoralporen gewöhnlich nicht ganz entwickelt und schwach ausgedrückt); 3) die Reihen der Femoralporen sind länger (bei *E. arguta uzbekistanica* reicht die Reihe der Femoralporen nahe bis an die Kniebiegung, während bei *E. arguta arguta* diese Reihe weit von der Biegung ihr Ende nimmt); 4) Vorhandensein, zwischen dem dritten, manchmal auch dem zweiten Paar der Submaxillaren, von einer bis drei Reihen trennender Schüppchen (bei *E. arguta arguta* berühren sich alle drei Vorderpaare der Submaxillaren an der Mittellinie der Kehle); 5) Klar ausgedrückte Ocellenzeichnung, welche bei *E. arguta arguta* fehlt, — und noch einige weitere Einzelheiten kommen hinzu.

Verbreitung: Uzbekistan, Tadžikistan, Kirgisien, Südostkazakstan, Südostturkmenien, und ausserhalb der USSR Kašgarien und Kuldža (s. die Verbreitungskarte, S. 667).

Zoologisches Institut
der Akademie der Wissenschaften.
Leningrad.

Eingegangen
d. 23. VI. 1934.

Н. О. ОЛЕНЕВ

О ПАСТБИЩНЫХ КЛЕЩАХ (*IXODOIDEA*) СЕВЕРО-ЗАПАДА СССР*

(*Представлено академиком С. А. Зерновым 10 VII 1934*)

Пастбищные клещи (сем. *Ixodidae*, надсем. *Ixodoidea*) представляют особенный интерес как паразиты и переносчики протозойных болезней домашних животных. Борьба с клещами является одним из основных этапов борьбы с данными заболеваниями.

До последнего времени считалось, что на Северо-западе СССР на домашних животных паразитирует только один вид из рода *Ixodes* и именно: *I. ricinus* L., переносчик пироплазмоза (*Babesiella bovis*) крупного рогатого скота. Обследования, произведенные летом 1933 года Межобластной станцией протозойных болезней (директор Е. Н. Петрашевская), показали, что здесь встречается еще второй вид рода *Ixodes*: *I. persulcatus* P. Sch., причем распространение его очень широкое, и в ряде районов он является единственным видом, паразитирующем на домашних животных.

В Карелии, где под моим руководством велись работы по изучению пироплазмоза крупного рогатого скота, клещ *I. persulcatus* найден во всех южных районах, в пределах до 63° сев. шир., кроме Шелтозерского. В большинстве районов: Петровский, Заонежский, Кондопожский, Пудожский, Пряжинский, Олонецкий он или является единственным видом или преобладающим по отношению к *I. ricinus*. В течение июня—июля всего обследовано 3402 головы крупного рогатого скота в 111 пунктах 10 районов. В 8 южных районах найдены клещи, причем среднее заклещевение на 1 голову колеблется от 0.08 до 22.43, с количеством клещей до 100 и более экземпляров.

В Ленинградской области *I. persulcatus* найден совместно с *I. ricinus* в северо-западных районах: Ораниенбаумском, Волосовском и Красногвардейском, а также в единичных экземплярах в юго-западных (Старая Русса, Демянский район). В юго-восточной же части в бывшем Череповецком и Боровичском округах обнаружен только *I. persulcatus*. Всего было в юго-восточной части в мае—июне обследовано 4669 голов в 132 пунктах 10 районов: Кирилловский, Череповецкий, Мяксинский, Мошенский, Боровичский, Белозерский, Ефимовский, Бабаевский, Кадуйский, Пришекснинский. Везде констатирован только *I. persulcatus*. Среднее заклещевение на 1 голову 3.45, с количеством наблюдаемых клещей до 80 экземпляров.

Следует отметить, что в Ленинградской области юго-восточная часть всегда представляла собой загадку вследствие отсутствия там пироплазмоза, в то время как пироплазмоз поражает почти все районы северной и западной половин области.** Теперь обследования показали, что там отсутствует переносчик болезни клещ *I. ricinus*, а вместо него встречается другой вид *I. persulcatus*, об отрицательной роли которого в эпизоотологии пироплазмоза пока можно судить только предположительно. С другой стороны сборы клещей, произведенные в мае—июне с крупного рогатого скота на юго-западе области, где издавна наблюдается пиро-

* Доложено на Совещании по пироплазмозам домашних животных Северо-запада СССР, в Ленинграде.

** См. Н. О. Оленев. К вопросу о неодинаковом распространении пироплазмоза крупного рогатого скота в северо-западной области. Вестн. соврем. ветеринарии, № 6, 1926 г. Его же. К биологии скотского клеща *Ixodes ricinus* L. в Новгородской губернии. Защита раст., 1924 и 1927 гг.

плазмоз и именно в районах: Гдовском, Лядском, Лужском, Порховском, Оредежском, Батецком, Чудовском, Маловишерском, Лычковском, Псковском, Новоржевском, Дедовичском, Бежаницком, Крестецком дали исключительно *I. ricinus*.

В Северном крае *I. persulcatus* известен из Подосиновского района, Юрковщино, 12 V 1933, крупный рогатый скот, Н. М. Куковеров.

В Западной области он найден в нескольких экземплярах с *I. ricinus* в районах: Холмском, Пеновском, Торопецком, Великолуцком.

Просмотр коллекций Зоологического института Академии Наук СССР (отделение Паукообразных) и Института сравнительной патологии показал, что клещ *I. persulcatus*, вначале списанный P. Schulze с Амура по материалам Бреславского музея, имеет большой ареал распространения. В коллекциях он оказался по всей таежной полосе и в смешанных лесах Дальнего Востока, начиная от Карелии и Ленинградской области далее на восток через Сибирь вплоть до берегов Тихого океана (Карелия, Ленинградская область, Северный край, Владимир, Пермский край, Алтай, Томск, Новосибирск, Тобольск, Енисейск, Иркутск, Забайкалье, Амур, Приморская область). Хозяева, на которых вид обнаружен из домашних: крупный рогатый скот, лошадь, овца, собака и из диких: заяц, рысь. Вместе с этим просмотр коллекций показал отсутствие во всей таежной полосе, за исключением ее западной границы, клеща *I. ricinus*. Последний вид оказался более свойственным подзоне смешанных лесов Восточной Европы. Он встречается также редко в других зонах, а также и в различных поясах ландшафтов гор на юге СССР, но отсутствует по всей Сибири и на Дальнем Востоке.

В просмотренных материалах из стран Западной Европы, в том числе из Швеции, Финляндии, Эстонии (Ревель, Гапсаль, Кегель, Бирнас), Латвии (Рига, Пернов), Литвы, Польши (Вильно, Гродно, Волковыск) оказался *I. ricinus* и не было совершенно *I. persulcatus*. Таким образом Северо-запад СССР является границей соприкосновения ареалов обоих вышеуказанных видов. На запад, юго-запад и частично юго-восток от него обитает *I. ricinus*, а на восток — *I. persulcatus*.

Кроме отмеченных выше двух видов рода *Ixodes*, на Северо-западе СССР известны еще два вида: *I. trianguliceps* Birula, найденный в Олонецком крае (Birula 1895) и *I. apronophorus* P. Sch., отмеченный для Северного края, на южном побережье Белого моря на грызуне *Microtus oeconomus ratticeps* (Оленев, 1931). Из клещей рода *Dermacentor* кроме обычного вида *Dermacentorites pictus* Herm. (= *Dermacentor marginatus* Sulz.), встречающегося в Западной области вплоть до северных районов: Себежского, Локненского, Великолуцкого и Велижского (данные Э. М. Бабицкой) и в Белоруссии, являющегося переносчиком пироплазмоза лошадей, в южной Белоруссии, Хойницкий район, 24 VI 1932, З. П. Сергиева, известна находка вида *Dermacentor silvarum* Olen. Затем имеются две находки вида *Haemaphysalis punctata* C.-F., одна — ст. Большие Ижоры Ленинградской области, 13 VI 1928, И. Громов, и вторая — ст. Рассуха Унечского района Западной области, 15 V 1932, на крупном рогатом скоте. И наконец в местности Черемнец б. Лужского округа Ленинградской области констатирован на крупном рогатом скоте 20 VIII 1932 Н. И. Алфеевым вид из рода *Hyalomma*. Последние два *Haemaphysalis* и *Hyalomma* — виды южные, и нахождение их на Северо-западе СССР является, очевидно, результатом заноса.

Межобластная станция
протозойных болезней.
Ленинград.

Поступило
10 VII 1934.

ZOOLOGIE

SUR LES TIQUES DEP ÂTURAGE (*IXODOIDEA*) DU NORD-OUEST DE l'URSS

Par N. OLENEV

(*Présenté par S. Zernov, de l'Académie, le 10. VII. 1934*)

RÉSUMÉ

Au Nord-Ouest de l'URSS: en Karélie (partie sud) dans la région de Leningrad, dans la province du Nord (partie sud) et dans la région Ouest (districts de la partie nord), concurremment avec *Ixodes ricinus* L., propagateur du piroplasmose sur le gros bétail à cornes, une autre espèce est constatée encore sur les animaux domestiques et sauvages, *l'Ixodes persulcatus* P. Sch. Dans une série de régions où le piroplasmose n'a pas été signalé, comme, par exemple, au sud-est de la région de Leningrad (dans les arrondissements de Tchérepovetz et de Borowitchi) a été trouvé seulement l'*I. persulcatus* et dans les districts où depuis longtemps cette maladie a été observée comme, par exemple, dans le sud-ouest du gouvernement de Leningrad, seul l'*I. ricinus* a été découvert.

Le Nord-Ouest de l'URSS se trouve être la zone frontière des aires de propagation des deux espèces du genre *Ixodes*: l'*I. ricinus* (la partie nord de l'aire) et l'*I. persulcatus* (partie nord-ouest de l'aire). A l'ouest et au sud-ouest de cette zone, dans les pays de l'Europe Occidentale, en Suède, en Finlande, en Esthonie, en Livonie, en Lithuanie en Pologne, ainsi que dans les parties méridionales de l'URSS (tant pour l'Europe que pour l'Asie) on rencontre l'*I. ricinus*. A l'est, du côté de l'Oural, à travers la Sibérie jusqu'aux rivages de l'Océan Pacifique, dans la sous-zone de la taïga (forêt touffue de Sibérie) et dans les forêts mixtes de l'Extrême-Orient lointain se trouve l'*I. persulcatus*.

Les observations de tiques les plus avancées vers le nord ont été signalées au nord-ouest, en Carélie dans les régions de Piétrowsky et Medwejia Gora près de 63° l. n. (*persulcatus*) et vers le littoral de la Mer Blanche près de 64° l. n. (*apronophorus*). L'espèce *I. ricinus* a été constatée en Carélie plus au sud, de préférence près du lac d'Onéga, excepté son littoral de nord-est, les points les plus septentrionaux où l'on peut rencontrer le *Dermacentorites pictus* Herm. sont les districts nord de la région Ouest, près de 57° l. n. Jusqu'à présent il a été enregistré en tout, au nord-ouest, 8 espèces de tiques de pâturage, dont 5 sur les animaux domestiques. Une très large propagation est propre aux trois espèces suivantes: *Ixodes ricinus* (Carélie sud, region de Leningrad sauf la partie sud-est, la région Ouest, la Belorussie) *I. persulcatus* (Carélie sud, partie sud de la province du Nord, région de Leningrad sauf la partie sud-ouest, la partie nord de la région Ouest). *Dermacentorites pictus* Herm. (la région Ouest, la Belorussie). Outre ces espèces on trouve encore l'*Ixodes trianguliceps* Bir. (pays d'Olonetz) l'*I. apronophorus* P. Sch. (littoral méridional de la Mer Blanche) sur le *Microtus*, et, dans des cas isolés, *Haemaphysalis punctata* C.-F., région de Leningrad et région Ouest sur les bêtes cornues, *Dermacentor silvarum* Ol. (Belorussie sud) et *Hyalomma* sp. (le gouvernement de Leningrad) sur le gros bétail à cornes.

Station Interprovinciale
d'Étude des Maladies protozoïques.
Leningrad.

Manuscrit reçu
le 10. VII. 1934.

ЗООЛОГИЯ

А. Я. ТАРАНЕЦ

О ВИДАХ РОДА *HYPOMESUS* В БАССЕЙНЕ ЯПОНСКОГО МОРЯ

(*Представлено академиком С. А. Зерновым 2 VII 1934*)

Многие русские авторы под названием *Mesopus olidus* смешивали два вида, *Hypomesus olidus* и *H. pretiosus*. Последний описан из Японского моря под различными названиями. Описания, данные ниже, основаны на материале из северо-западной части Японского моря и нижнего течения Амура.

Hypomesus pretiosus (Girard)

Argentina pretiosa Girard, Proc. Acad. Nat. Sci. Philad., VII, 1854, 155.
Mesopus olidus многих авторов (частью, не Pallas'a).
? *Osmerus oligodon* Kner, Denkschr. Akad. Wien, math.-nat. kl., XXIV, 1865, t. 4, f. 1.
Mesopus japonicus Jordan and Snyder, Proc. U. S. Nat. Mus., XXIV, 1902, p. 589.
Spirinchus verecundus Jordan and Metz, Mem. Carn. Mus., VI, 1913—1914, t. II, pl. 1, f. 2.
Hypomesus japonicus, Hypomesus verecundus Hubbs, Proc. Biol. Soc. Wash., XXXVIII, 1925, 55.

D II (III) 7—9, *A* III (II) 12—14. Жаберных тычинок на первой дуге 11—13 + 20—25 (всего 31—38). Позвонков 61—64. Пилорических придатков 5—6. Длина головы 67—83% расстояния *P* — *V*. Расстояние *P* — *V* 25—29% длины по Смитту. *P* $51^1/_2$—$61^1/_2$% расстояния *P* — *V*; 14—16% длины по Смитту, $14^1/_2$—17% длины без *C*. Проток плавательного пузыря прикреплен ближе к началу пищевода, чем к концу желудка. Нерест у берега в соленой и в солоноватой воде. Длина до 220 мм.

Повидимому экземпляры из Японского моря представляют собой особый подвид.

Hypomesus olidus (Pallas)

D II (III) 7—9, *A* (мягких лучей) 12—15. Жаберных тычинок 31—34 (10—12 + 20—23). Пилорических придатков (3) 4. Позвонков (как и у предыдущего вида, считались с уростилем) 54—58. Длина головы 80—96% расстояния *P* — *V*. *P* — *V* 21—25% длины тела по Смитту. *P* 61—80% расстояния *P* — *V*, 15—$18^1/_2$% длины тела по Смитту и 16—20% длины тела без *C*. Проток плавательного пузыря прикреплен ближе к концу желудка, чем к началу пищевода. Нерест в пресной воде. Длина до 120 мм.

Зоологический институт
Академии Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
2 VII 1934.

ZOOLOGY

ON THE SPECIES OF THE GENUS *HYPOMESUS* IN THE BASIN OF THE SEA OF JAPAN

By A TARANEC

(*Communicated by A. Zernov, Member of the Academy, 2. VII. 1934*)

Many Russian writers under the name *Hypomesus olidus* have confused two species, *H. olidus* and *H. pretiosus*. The latter species has been described from Japan Sea under different names. The descriptions given below are based on material from the north-western part of Japan Sea and the lower course of the Amur River.

Hypomesus pretiosus (Girard)

Argentina pretiosa Girard, Proc. Acad. Nat. Sci. Philad., VII, 1854, 155.
Mesopus olidus of many authors (partly, not of Pallas).
? *Osmerus oligodon* Kner, Denkschr. Akad. Wien. math.-nat. kl., XXIV, 1865, t. 4, f. 1.
Mesopus japonicus Jordan and Snyder, Proc. S. Nat. Mus., XXIV, 1902, 589.
Spirinchus verecundus Jordan and Metz. Mem. Carn. Mus., VI, 1913—14, pt II, pl 1, f. 2.
Hypomesus japonicus + *H. verecundus* Hubbs, Proc. Biol. Soc. Wash., XXXVIII; 1925, 55.

D II (III) 7—9, *A* III (II) 12—14. Gill rakers on the first arch 11—13 + 20—25 (total number 31—38). Vertebrae 61—64. Pyloric caeca 5—6. Head 67—83% of the distance *P* — *V*. Distances *P* — *V* 25—29% of the length to the end of middle caudal rays. *P* 51½—61½% of *P* — *V*; 14—16% of the length to the end of middle caudal rays, 14½—17% of the length without *C*. The duct to air bladder is attached, nearer to the beginning of oeseophagus than to the end of stomach. Spawning near sea-shore in salt and brackish water. Length to 220 mm.

It is probable that the Japan Sea specimens represent a distinct subspecies.

Hypomesus olidus (Pallas)

D II—III 7—9, *A* (soft rays) 12—15. *P* 12—13. Gill rakers 31—34 (10—12 + 21—23). Pyloric caeca (3) 4. Vertebrae (as in the preceding species, urostyle counted) 54—58. Head 80—96% of the distance *P* — *V*. *P* — *V* 21—25% of the length to the end of middle caudal rays. *P* 61—80% of *P* — *V*; 15—18½% of the length to the end of middle caudal rays; 16—20% of the length without *C*. Duct of air bladder attached nearer to the end of stomach than to the beginning of oeseophagus. Spawning in fresh water. Length to 120 mm.

Institute of Zoology,
Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
2. VII. 1934.

ХРОНИКА

ЮБИЛЕЙНЫЙ МЕНДЕЛЕЕВСКИЙ СЪЕЗД

С 10 по 13 сентября 1934 г. состоялся в Ленинграде юбилейный Менделеевский съезд, в память столетия со дня рождения великого химика, творца „периодической системы", выведшего русскую химию в первые ряды мировой науки.

Съезд привлек в числе 274 делегатов лучших химиков и физико-химиков не только нашей страны, но и ряд выдающихся иностранных ученых.

В лице иностранных участников съезда, приглашенных Академией Наук СССР, особенно представлены были те области химии, которые непосредственно связаны с деятельностью Д. И. Менделеева: виднейшие представители современной неорганической химии — профессора Ф. Панет (Англия), Г. Гюттиг (Чехо-Словакия), В. Бильц, А. Шток (Германия) и И. и В. Ноддак (Германия), открывшие предсказанный Менделеевым аналог марганца — элемент рений и мазурий, О. Геничшмидт (Германия), выдающийся специалист в области определения атомных весов, Л. Мейтнер, известная исследовательница атомного ядра, и О. Хан (Германия), открывшие элемент протактиний, П. Вальден (Германия) и И. Бренстэд (Дания), крупнейшие авторитеты по теории растворов; специалисты по химической кинетике, коллоидной химии и электрохимии — профессора Г. Марк (Австрия), Т. Сведберг (Швеция), создатель метода ультрацентрифугирования, Мак-Бейн, известный исследователь коллоидного состояния, электрохимики Я. Гейровский (Чехо-Словакия), М. Центнершвер (Польша); по органической химии и биохимии — увенчанный премией Нобеля Г. Виланд (Германия), специалист в области целлюлозы Гесс (Германия); по термохимии — В. Свентославский (Польша), по учению о металлическом состоянии и твердых телах — А. Вестгрен и Бенедикс (Швеция).

Молодая турецкая химическая наука делегировала на съезд свою столь же молодую представительницу — д-ра Ремзие-Ханым.

В общем 13 иностранных государств прислали 28 делегатов. Из 246 советских делегатов было 25 академиков и 145 профессоров. На заседаниях присутствовало свыше 1000 гостей, из которых 70% — научные работники.

Заседания съезда открыл 10 сентября во дворце Урицкого председатель организационного комитета съезда акад. Н. С. Курнаков. Первое слово приветствия произнес президент Академии Наук акад. А. П. Карпинский. От имени правительства Союза ССР выступил с приветствием т. Ю. Пятаков. От лица иностранных ученых приветствовали съезд проф. Вальден, Мак-Бейн (США, Калифорния) и Свентославский.

Первые доклады сделали: акад. А. А. Байков („Научное творчество Д. И. Менделеева"), давший характеристику физических исследований Менделеева и указавший роль „Основ химии" и их связь с периодическим законом, и проф. А. А. Иванов („Работы Д. И. Менделеева в области метрологии").

11 сентября состоялись доклады: акад. Д. С. Рождественского („Анализ спектров и периодическая система элементов"), давшего в сжатом изложении полную картину современного физического представления о химических явлениях; проф. Ф. Панета (Лондон), указавшего значение химических элементов и первичной материи, определившего воззрения на них Менделеева, нынешнюю точку зрения и свои взгляды по этому вопросу; проф. Ю. Б. Румера — о квантовой химии, роли и значении квантовой механики в объяснении природы химических сил, необходимости создания наглядных представлений и роли модели в современной физике атома и молекулы; проф. В. Бильц (Ганновер) — „Пространственная химия твердых тел" и проф. Л. Мейтнер (Берлин) — „Атомное ядро и периодическая система". Доклад проф. В. Бильца был посвящен выяснению вопроса об изменении объемов в связи с проявлением химизма. Л. Мейтнер в своем докладе сообщила о последних достижениях физики атомного ядра, указав, что по современной атомной теории основа построения „периодической системы" не атомный вес, характеризующий ядро атома, а число положительных электрических зарядов ядра, характеризующих химический элемент. Обращаясь к великому наследию Менделеева, его периодическому закону, Л. Мейтнер подчеркнула, что работы современной физики являются в то же время блестящим торжеством периодического закона. Заполняя „периодическую систему" неизвестными ранее, но предугаданными Менделеевым типами химических элементов, они подтверждают, что периодический закон — основной закон природы.

В заседании 12 сентября прочитан был ряд докладов.

Доклад акад. А. Е. Ферсмана — о периодическом законе Менделеева, играющем руководящую роль в геохимии. Детальным геохимическим анализом им получены экспериментальные кривые, суммирующие для отдельных замкнутых природных систем земной коры, метеоритов, солнечной и звездных атмосфер наши представле-

ния об относительных количествах различных элементов („кларков"), имеющих связь со свойствами атомного ядра и наружных электронных орбит. В докладе дано физическое и химическое толкование „кларков" с точки зрения периодического закона.

Комплексным соединениям посвящены были доклады проф. И. И. Черняева „Химия внутренней сферы комплексных соединений" и А. А. Гринберга „О физической химии комплексных соединений".

Вечернее заседание 12 сентября было посвящено природе растворов.

Проф. П. Вальден в своем докладе „Электролиты и растворители" подтвердил с новейшей точки зрения в результате долголетней работы правильность взглядов Менделеева на растворы, показав, что неправильно деление веществ на электролиты и не электролиты, что для каждого вещества может быть найден растворитель, в котором оно станет электролитом, и что между растворителями и раствором происходит специфическое химическое воздействие.

Акад. Н. С. Курнаков в своем докладе „Об особых точках учения Менделеева о растворах и топологии химической диаграммы", развивая общее учение о равновесной диаграмме „состав свойства", установил связь между строением этой диаграммы и природою растворов, выяснил значение тех особых точек, которые впервые были указаны Менделеевым.

Член-корреспондент Академии Наук СССР Н. И. Степанов в своем докладе на тему „Особые точки учения о растворах Д. И. Менделеева и метрика химической диаграммы" дал теоретический вывод равновесной диаграммы „состав свойства", исходя из закона действия масс, и показал необходимость появления особых точек Менделеева, лежащих в самой природе закона действующих масс.

В последний день заседаний, 13 сентября, сделали доклады маститый наш химик — современник Менделеева, акад. Н. Д. Зелинский — „Д. И. Менделеев и контактные явления" и член-корресп. Академии Наук СССР С. С. Наметкин о трудах Менделеева в области изучения нефти и нефтяной промышленности. С. С. Наметкин указал, что труды Менделеева, положившего основы изучения нефти, сохранили свое крупное значение до сих пор. Во внимание к заслугам Менделеева в этой области, Главнефть предложила присвоить имя Менделеева Константиновскому заводу, где жил и работал Менделеев.

В заключение съезда выступил акад. А. Е. Ферсман, подведший итоги деятельности съезда и указавший на совершенно исключительный интерес к работам съезда со стороны широчайших научных кругов. На съезде, — сказал акад. А. Е. Ферсман, — прошла перед нами вся химия в отдельных ее разветвлениях. Многочисленные нити связывают „Основы химии" с новыми путями химической промышленности. Эти нити, как лучи, проникают во все области современной химической мысли, и мы видели, как эти нити связывают научную мысль с практической работой. Мы видим, как рознь между технической мыслью и трудом, имевшая место в дни Д. И. Менделеева, растворяется теперь в единой великой среде.

По окончании съезда во дворце Урицкого работы участников съезда продолжались на другой день в Ленинградском государственном университете им. Бубнова. На торжественном заседании выступали с докладами иностранные делегаты: И. Ноддак — „О современных методах предсказания элементов" и В. Свентославский — „О новой технике очистки и исследования степени чистоты жидкостей".

Предметом особого внимания делегатов был музей Менделеева (его кабинет) в университете, где Менделеев был в течение 33 лет профессором.

16 сентября иностранные участники съезда посетили Москву. В 1-м Московском госуниверситете профессором Свентославским был повторен доклад: „О новом способе получения чистых жидкостей". На другой день делегаты подробно ознакомились с Физико-химическим институтом им. Л. Я. Карпова. Объяснения давали академики А. Н. Бах и А. Н. Фрумкин. В институте состоялись три доклада: проф. Центнершвера (Польша) — „О растворении металлов в кислотах", проф. Пальмера (Швеция) — „О коррозии металлов" и проф. Гейровского (Чехо-Словакия) — „О перенапряжении и электрокинетическом потенциале". Закончились доклады в тот же день в Доме ученых, где выступали проф. Г. Марк и В. Ноддак.

18 сентября иностранные делегаты выехали в научную экскурсию на Днепрогэс. Часть делегатов посетила Харьков и Хибиногорск.

Весь ход работы съезда с первого же дня до 14 сентября подробно отражен в специально издававшихся Оргкомитетом съезда „Информационных бюллетенях", под редакцией П. В. Ивицкого, выходивших ежедневно. Кроме того, Издательство Академии Наук СССР выпустило наиболее крупные доклады делегатов на русском и иностранном языках. Изданы доклады: акад. А. А. Байкова, акад. Н. Д. Зелинского, проф. А. А. Гринберга, проф. Ю. Б. Румера и проф. С. С. Наметкина.

MENDELÉEFF CONGRESS

From September 10 to 13 in Leningrad took place the sittings of the Mendeléeff Congress convened to signalize the centenary of the great chemist, the creator of the periodic system, who placed the Russian chemistry in the first ranks of the world science.

Among the 274 delegates present at the Congress there were not only the best chemists and physico-chemists of our country, but a number of prominent foreign scientists.

The foreign members of the Congress, invited by the Academy of Sciences, represented chiefly those domains of chemistry which are directly connected with Mendeléeff's activity: leading specialists in the present-day inorganic chemistry — Prof. F. Paneth (England). G. Hüttig (Czechoslovakia), W. Biltz (Germany), and I. and W. Noddack (Germany), who discovered the analogue of manganese predicted by Mendeléeff — the element rhenium and masurium, O. Hönigschmidt (Germany), prominent specialist in atomic weight determination, L. Meitner, the well-known investigator of the atomic nucleus, and O. Hahn (Germany), who discovered the element proactinium, P. Walden (Germany) and I. Bransted (Denmark), leading authorities on the theory of solutions; specialists in chemical kinetics, colloidal chemistry, and electrochemistry — Professors G. Mark (Austria), T. Svedberg (Sweden), the creator of the ultra-centrifugalization method, Mac Baine, the well-known in vestigator of the colloidal state, specialists in electrochemistry — I. Heirowski (Czechoslovakia), M. Centnerschwer (Poland); specialists in organic chemistry and biochemistry — G. Wieland (Germany), who has awarded the Nobel prize, Hess (Hermany), specialist in the domain of cellulose. W. Swętoslawski (Poland), specialist in thermochemistry. A. Westgren and Benedicks (Sweden), specialists in the theory of metallic state and solid bodies.

The young Turkish chemical science sent to the Congress the young Dr. Remsie-Khanym.

In all, 13 foreign countries sent 28 delegates. Out of 246 Soviet delegates there were 25 Membersof the Academy and 145 professors. More than 1000 guests, of which 70% were scientific workers, attended at the sittings.

The Congress was opened on September 10 in the Urickij Palace by N. Kurnakov, Member of the Akademy and Chairman of the Organization Committee of the Congress.

A. Karpinskij, President of the Academy of Sciences, was the first to greet the Congress. Comrade Pjatakov greeted the Congress on behalf of the government of the USSR. Professors Walden (Germany), Mac Baine (United States, California), and Swętoslawski (Poland) greeted the Congress on behalf of foreign scientists.

The first papers were read by Academician A. Bajkov ('Scientific Work of D. Mendeléeff'), who gave a survey of Mendeléeff's physical investigations and indicated the role of 'The Principles of Chemistry' and their connexion with the periodic law, and Prof. A. Ivanov ('D. Mendeléeff's Work in the Domain of Metrology')

On September 11 the following papers were read: by Academician D. Rożdestvenskij ('Spectral Analysis and Periodic System'), who gave a concise and comprehensive survey of the present-day physical conception of chemical phenomena; by Prof. F. Paneth (London), who pointed out the significance of chemical elements and formulated D. Mendeléeff's, present-day scientists', and his own views thereon; by Prof. J. Rumer, on quantum chemistry, the role and significance of quantum mechanics, and the explanation of the nature of chemical forces, the necessity of visualizing abstract conceptions and the role of model in the present-day physics of the atom and the molecule; by Prof. W. Biltz (Hanover) — 'Spatial Chemistry and Solid Bodies' — and Prof. L. Meitner (Berlin) — 'Atomic Nucleus and Periodic System'. The paper of Prof. Biltz was devoted to the elucidation of the problem of the change of volumes in connexion with the manifestation of chemism. L. Meitner described the latest achievements of physics in the domain of atomic nucleus, pointing out that, according to the present-day atomic theory, the basis of the periodic system is not the atomic weight, which characterizes the atomic nucleus, but the number of positive electric charges of the nucleus, which characterize the element. Dealing with the great legacy left by D. Mendeléeff, his periodic law, L. Meitner emphasized that the achievements of present-day physics are at the same time a brilliant triumph of the periodic law. The filling up of the periodic system with elements unknown formerly but predicted by Mendeléeff, goes to prove that the periodic law is the fundamental law of nature.

At the sitting of September 12, a number of outstanding papers were read. Academician A. Fersmann dealt with the important role played by the periodic law in geochemistry. By means of a detailed geochemical and astrochemical analysis he obtained experimental curves summing up for individual closed systems of earth's crust, meteor-

ites, solar and stellar atmospheres, our conceptions of the relative quantities of different elements (clarkes) connected with the properties of atomic nucleus and outer electronic orbits. The paper contained a physical and chemical interpretation of 'clarkes' from the standpoint of the periodic law.

The papers of Professors I. Černiajev ('the Chemistry of the Inner Sphere of Complex Compounds') and A. Grinberg ('On the Physical Chemistry of Complex Compounds') were devoted to complex compounds, as shown by their titles.

The evening sitting of September 12 was devoted to the theory of solutions.

In his paper entitled 'Electrolytes and Solvents', Prof. P. Walden, as a result of many years' work, confirmed the correctness of Mendeléeff's views on solutions, showing that it is wrong to divide substances into electrolytes and non-electrolytes, that for every substance it is possible to find a solvent in which it will become an electrolyte, and that a specific chemical interaction takes place between the solvents and the solution.

In his paper entitled 'On Peculiar Points of Mendeleeff's Theory of Solutions and the Topology of Chemical Diagram', Academician N. Kurnakov, while developing the general theory of the equipondenderant diagram of the 'composition of property' established a connexion between the structure of this diagram and the nature of solutions, and elucidated the significance of those peculiar points which Mendeleéff had been the first to point out.

N. Stepanov, Corresponding Member of the Academy, gave a theoretical deduction of the equiponderant diagram of the 'composition of property', starting from the law of the action of masses, and showed that Mendeleeff's peculiar points are entailed by the very nature of the law of acting masses.

On September 13, the last day of the sittings, papers were read by our venerable chemist, Mendeléeff's contemporary, Academician Zelinskij ('D. Mendeleeff and Contact Phenomena') and Prof. S. Nametkin, Corresponding Member of the Academy, (Mendeleeff's Works on Petroleum and Oil Industry). Prof. Nametkin stated that the investigations of Mendeleeff, who had laid the foundations of the study of petroleum, have retained their importance up to the present moment. As a homage to Mendeleeff's services in this sphere, the Main Board of Oil Industry have proposed to rename Konstantinovsky Works, where Mendeleeff had lived and worked, to Mendeléeff Works.

The Congress was concluded with Academician A. Fermann's speech, who summed up the results of the work of the Congress and pointed to the quite extraordinary interest in the Congress shown everywhere by scientific workers. 'We have passed here in review the whole chemistry in all its individual branches' — said Academician A. Fersmann. 'Numerous are the threads that connect 'The Principles of Chemistry' with the new ways of chemical industry. These threads penetrate like rays into all the domains of modern chemistry, and we have seen how these threads connect the scientific thought with practical work. We see how the discord between science and labour, prevalent in the times of D. Mendeléeff, is being done away now'.

The next day after the closing of the Congress in Urickij Palace, the members of the Congress continued their work in the Leningrad State University. At a festival sitting papers were read by foreign delegates: I. Noddack — 'On the Modern Methods of Predicting Elements', and W. Swętoslawski — 'On the New Technique of Purifying Liquids and Investigating the Degree of their Purity'.

The Mendeléeff Museum (his study) at the university, where Mendeléeff had lectured for 33 years, was the object of particular attention of the delegates.

On September 16 the foreign delegates to the Congress visited Moscow.

At the 1st Moscow State University Prof. Swętoslawski repeated his paper 'On a New Method of Obtaining Pure Liquids'. The next day the delegates got acquainted in detail with the Karpov Physico-Chemical Institute. Explanations were given by Academicians A. Bach and A. Frumkin. Three papers were read at the Institute: by Prof. Centnerschwer (Poland) — 'On the Solving of Metals in Acids', by Prof. Palmer Sweden) — On Corrosion of Metals', and by Prof. Heirowski (Czechoslovakia) — 'On Overstrain and Electrokinetic Potential'. The same day papers were read by G. Mark (Austria) and W. Noddack (Germany) in the House of Scientists.

On September 18 the foreign delegates set out on an excursion to the Dnieper Hydroelectrical Station and to Khibinogorsk.

The work of the Congress from the first day to September 13 was recorded in 'Information Bulletins' specially published by the Organization Committee of the Congress. Moreover, the Publishing House of the Academy of Sciences published the more important papers of the delegates in Russian and foreign languages, namely those of Academician A. Bajkov, Academician N. Zelinskij, Prof. A. Grinberg, Prof. J. Rumer, Prof. S. Nametkin.